Г. В. Твердохлеб, Г. Ю. Сажинов, Р. И. Раманаускас

ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Москва
ДеЛи принт
2006

УДК 637.14(07)
ББК 36.95
Т26

Рецензенты:
Кафедра технологии молока и молочных продуктов Кемеровского технологического института пищевой промышленности (доктор техн. наук, проф. *Л. А. Остроумов*)
Доктор техн. наук, проф. *М. С. Уманский* (Барнаульский филиал ВНИИ маслоделия и сыроделия)

Г. В. Твердохлеб, Г. Ю. Сажинов, Р. И. Раманаускас
Т26 Технология молока и молочных продуктов – М.: ДеЛи принт, 2006. – 616 с.

ISBN 5-94343-104-7

В первой части учебного пособия рассмотрена общая технология молочной отрасли, а во второй – технология получения цельномолочных продуктов; мороженого; молочных консервов и детских молочных продуктов; сливочного масла, сыра и продуктов из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки.

Методы производства изложены с приведением соответствующих технологических схем.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 271100 «Технология молока и молочных продуктов» и направлению 552400 «Технология продуктов питания».

УДК 637.14
ББК 36.95

© Г. В. Твердохлеб, Г. Ю. Сажинов, Р. И. Раманаускас, 2006
© Оформление. ДеЛи принт, 2006

ISBN 5-94343-104-7

Уважаемые коллеги!

С полной уверенностью можно сказать, что в настоящее время молочная промышленность – одна из наиболее передовых отраслей в пищевой и перерабатывающей индустрии. Огромное значение уделяется гарантированному качеству, увеличиваются сроки хранения, совершенствуются методики определения показателей. За последнее время значительно расширился ассортимент комбинированных продуктов на основе молока, в которых различные части молока заменены растительными и/или животными компонентами не молочного происхождения. Это позволило создать ассортимент так называемого функционального питания. Одной из побудительных причин для дальнейшего расширения ассортимента этих продуктов, совершенствования технологии, повышения качества выпускаемой продукции служат условия достаточно жесткой конкуренции, вызванной хлынувшими после 1990 года на наш рынок импортными продуктами. Однако, увлекшись моделированием новых продуктов, часть традиционных молочных продуктов выпала из ассортиментного перечня предприятий. Так, производство кисломолочных продуктов сводится к изготовлению йогуртов различной жирности и с разными наполнителями, и неоправданно забыты продукты: ацидофилин, мечниковская простокваша, ряженка, напитки «Снежок» и «Южный», «Таллинский кефир» и другие. Над созданием различных видов сыров, кисломолочных и творожных продуктов, молочных консервов трудились многие поколения ученых.

В предлагаемой вниманию специалистов молочной промышленности книге представлены результаты многочисленных научных исследований, касающиеся конкретных аспектов производства полного ассортимента молочных продуктов, что предполагает знание сущности процессов и особенностей технологии отдельных видов, изыскание надежных путей обеспечения безопасности продукта и его высоких потребительских свойств.

Каждая из глав содержит наряду с описательным материалом его анализ и конкретные практические рекомендации. Эта книга, несомненно, будет полезна специалистам, занятым в области переработки молока, аспирантам и студентам, обучающимся по данному направлению, работникам исследовательских институтов и лабораторий, а также всем интересующимся вопросами производства продуктов здорового питания.

Научный редактор, канд. техн. наук Е. А. Красильникова

Введение

Общая и специальная технологии молока и молочных продуктов как научные дисциплины базируются на глубоком знании химических дисциплин, особенно органической, коллоидной, физической и биологической химии, физики и химии молока, микробиологии, процессов и аппаратов молочной промышленности.

Общая технология отрасли изучает общие процессы и теоретические основы технологии всех молочных продуктов, а специальная технология молока и молочных продуктов на основании фундаментальных знаний освещает сущность и специфику технологических процессов обосновывает схему производства и технологические режимы выработки молочных продуктов.

Товарное молочное хозяйство в России возникло в конце XVIII века, когда в крупных помещичьих хозяйствах были организованы сыроварни, производившие на продажу сыры, сливочное и топленое масло, сметану, творог.

Первая сыроварня была открыта в 1795 г. в имении Лотошино одноименного уезда Смоленской области.

Большую роль в развитии товарного молочного производства в России сыграл Н. В. Верещагин. Изучив ведение молочного хозяйства в высокоразвитых странах (Дании, Голландии, Швейцарии и др.), он организовал в конце 60-х годов XIX века артельные сыроварни по образцу швейцарских в Тверской, Ярославской, Вологодской и Псковской губерниях. Выписывал мастеров сыроделия из Швейцарии, специалистов по маслоделию из Голштинии, Дании для обучения мастерству русских и распространению молочного дела в России. Н. В. Верещагин много сделал для сохранения местных пород русского молочного скота, для создания в стране высокопродуктивных пород Ярославской и Холмогорской.

В 1871 г. Верещагин открывает школу в селе Едимонове Корчевского уезда Тверской губернии для подготовки мастеров по маслоделию и сыроделию. Едимоновская школа по молочному хозяйству была одной из немногих в мире. Она была учебным центром, куда приезжали учиться не только из России, но и баварцы, австрийцы, шведы, турки и даже швейцарцы. Сотрудники и выпускники Едимоновской школы А. А. Калантар, Н. И. Бландов, Г. А. Бирюлев, А. И. Тимирева, А. А. Попов положили начало широкому развитию молочного хозяйства в России на научной основе, возглавив научные школы.

Реформа 1861 г. открыла путь для развития капитализма в России. Это вызвало рост городского населения, что способствовало увеличению емкости внутреннего рынка и спроса на продукты животноводства.

Создание в 70-х годах XIX века нескольких железнодорожных линий, в том числе Ярославско-Вологодской и появление сепараторов для получения сливок сыграло важную роль в развитии товарного молочного хозяйства, особенно маслоделия, как более выгодного по сравнению с сыроделием.

Началась организация артельных маслодельных и сыроваренных заводов арендаторами-предпринимателями, а затем «всесословных» крестьянских.

Строительство Транссибирской железной дороги в конце XIX столетия сделало Сибирь с ее обширными территориями и большими природными кормовыми ресурсами крупной базой молочного скотоводства и маслоделия: к 1900 г. в Сибири работало 275, а в 1913 г. – 4097 заводов. Развитие товарного молочного производства способствовало развитию земледелия и скотоводства (введение травосеяния, улучшение условий кормления и содержания скота, развитие племенной работы).

Для сохранения и вывоза молочной продукции на мировой рынок были построены холодильники, введена сеть вагонов-ледников.

К 1913 г. Россия занимала ведущее место по экспорту масла на мировом рынке (на ее долю приходилось 21,37% мирового экспорта масла). В 1913 г. Россия вывезла 80 тыс. т масла, 75% его производства потреблялось в России. Экспорт масла давал ежегодно России 71,5 млн. рублей, в 2,5 раза больше, чем добыча золота (28 млн. руб.).

Большой экспорт масла вызвал необходимость в организации молочно-испытательных лабораторий в Сибири, Вологде, Ярославле.

Основоположники молочного дела в России Н. В. Верещагин, А. А. Калантар многократно ходатайствовали о необходимости открытия молочно-хозяйственного института для подготовки инженерных кадров для молочного производства и проведения всесторонних научных исследований. И только в 1911 г., уже после смерти Н. В. Верещагина (1907 г.), был открыт первый в мире молочно-хозяйственный институт в с. Фоминское на месте первого маслодельного завода в Вологодской губернии, в 16 км от г. Вологды.

Вологодский молочно-хозяйственный институт стал не только учебным, но и научным центром. В нем проводились фундаментальные исследования по созданию теоретических основ молочного производства, воспитанию инженерных и научных кадров. Деятельность института связана с именами крупнейших ученых, создавших свои научные школы, профессоров Г. С. Инихова, С. А. Королева, М. М. Казанского, Я. С. Зайковского, А. С. Перова, Г. В. Твердохлеб, П. Ф. Дьяченко, А. Д. Грищенко, В. М. Богданова, Г. Г. Блок и др.

В 1922 году молочные предприятия были национализированы и переданы потребительской кооперации и союзу крестьянских молочных

товариществ. В 1924 г. было организовано государственное объединение «Маслоцентр», которое провело большую работу по реорганизации существующих и строительству новых молочных заводов. В 1930 г. «Маслоцентр» был реорганизован в «Союзмолоко», из которого выделилось три объединения: «Маслопром», «Союзмолоко» и «Консервмолоко». Они организовали работу по созданию новых предприятий соответствующих отраслей молочной промышленности.

В 1939 г. было создано Министерство мясной и молочной промышленности с главными управлениями: «Главмаслопром», «Главсырпром», «Главмолоко» и «Главконсервмолоко». В стране появилась отечественная машиностроительная промышленность по производству технологического, паросилового, энергетического и другого оборудования, а также контрольно-измерительных приборов для оснащения предприятий молочной промышленности.

К началу Великой Отечественной войны молочная промышленность представляла высокоразвитую отрасль с сетью крупных хорошо механизированных городских молочных и молочно-консервных комбинатов, маслодельных и сыродельных заводов. Во время Второй мировой войны (1941–1945 гг.) на временно оккупированной территории нашей страны большая часть предприятий молочной промышленности была разрушена, а оборудование уничтожено, но уже к 1947 г. разрушенные молочные заводы восстановили и дополнительно построили 1200 маслодельных и сыродельных, 70 городских молочных комбинатов и десятки молочно-консервных заводов.

К 1957 г. страна по объему производства молока и масла животного вышла на первое место в мире и сохраняла его до распада СССР. В 1990 году, например, из 400 млн. т молока в мире наша страна производила 105 млн. т (из них 55,7 млн. т – РСФСР). По ассортименту (более 100 названий) и качеству молочной продукции СССР также занимал первое место в мире.

В настоящее время подготовка инженерных кадров для молочной промышленности проходит в Вологодской молочно-хозяйственной академии имени Н. В. Верещагина, в Московской академии прикладной биотехнологии, в Омском сельскохозяйственном институте, в Санкт-Петербургском университете низкотемпературных и пищевых технологий, в Восточно-Сибирском технологическом институте пищевой промышленности (г. Улан-Удэ), в Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности.

Современная промышленная технология молока и молочных продуктов базируется на фундаментальных трудах отечественных ученых. Г. С. Инихов и его ученики разработали основы биохимии молока и молочных продуктов и создали первый в мире учебник – «Химия молока и

молочных продуктов»; Я. С. Зайковский, К. К. Горбатова, Г. В. Твердохлеб – учебник «Химия и физика молока и молочных продуктов». Основополагающие исследования в области микробиологии молока и молочных продуктов выполнены А. С. Королевым, А. С. Войткевичем, Г. Г. Блок, В. М. Богдановым, А. М. Скородумовой, Н. С. Королевой, В. Ф. Семинихиной; в области процессов и аппаратов – Г. А. Куком, В. Д. Сурковым, Н. Н. Липатовым, Г. А. Ересько, А. М. Масловым, А. П. Белоусовым, Н. С. Панасенковым. Научные основы маслоделия разработаны С. М. Кочергиным, М. М. Казанским, Г. В. Твердохлеб, А. Д. Грищенко, Ф. А. Вышемирским, Д. В. Качераускисом; сыроделия – С. В. Паращук, А. Н. Королевым, З. Х. Диланян, Д. А. Гранниковым, А. И. Чеботаревым, А. М. Шалыгиной, П. Ф. Крашениным, Р. И. Раманаускасом, Л. А. Остроумовым, Г. Г. Шилер, Н. П.Захаровой; промышленного производства молочных консервов – М. С. Коваленко, С. Ф. Кивенко, Л. В. Чекулаевой, Н. М. Чекулаевым, В. Д. Харитоновым, И. А. Радаевой, В. С. Гордезиани; молочного сахара и переработки сыворотки – А. Г. Храмцовым и др.; городских и детских молочных продуктов – П. Ф. Дьяченко, Е. А. Богдановой, Л. А. Андреевской и др.

Настоящее издание включает в себя весь курс изучения технологии молока и молочных продуктов, который подразделяется на две дисциплины: общая технология молочной отрасли и технология молока и молочных продуктов.

Общая технология молочной отрасли формирует знания по пищевой ценности, составу и свойствам молочного сырья, условиям получения доброкачественного молока, его механической и антибактериальной обработке, сохранению его качества, санитарии и гигиене производства.

Технология молока и молочных продуктов рассматривает (согласно подразделению молочной промышленности на отрасли) технологии производства городских молочных продуктов, молочных консервов, продуктов детского питания, масла, сыра, продуктов из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки.

Технология молока и молочных продуктов обосновывает требования к молоку как сырью, изучает технологические схемы и технологические параметры обработки молока и выработки молочной продукции, сущность технологических процессов, формирование товарных и пищевых свойств продукции, условия ее фасования, хранения и транспортировки, контроль и оценку качества.

Авторами настоящего учебного пособия являются крупнейшие специалисты в области производства молока и молочных продуктов Г. В. Твердохлеб (главы 1–9, 16–22, 33–38), Г. Ю. Сажинов (главы 10–15), Р. И. Раманаускас (главы 23–32).

Часть I
ОБЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ

Глава 1. Молоко как сырье для молочной отрасли

Пищевая и биологическая ценность молока

Молоко (лактат) – биологический продукт секреторной деятельности молочной железы млекопитающего. Оно полностью обеспечивает всеми необходимыми питательными веществами нормальное развитие новорожденного. Обладая иммунологическими и бактерицидными свойствами (способностью разрушать и подавлять развитие посторонней микрофлоры), молоко защищает его от заболеваний, участвует в формировании его ферментной и иммунной систем.

В состав молока в оптимально гармонических сочетаниях входят: белки, липиды, углеводы, минеральные вещества, вода, органические кислоты, газы, пигменты, витамины, ферменты, гормоны, иммунные тела и другие незаменимые компоненты для нормального вскармливания и обмена веществ детеныша. Молоко, содержащее в сбалансированном по качественному и количественному составу более 250 жизненно необходимых веществ, обладающих легкой и почти полной усвояемостью (96–98%), не имеет в природе равного себе продукта по пищевой и биологической ценности.

С глубокой древности молоко используется не только для питания, но и в лечебных и профилактических целях, поэтому его называли «источником здоровья», «пищей богов».

По определению великого русского физиолога И. П. Павлова «молоко – изумительная пища, приготовленная самой природой». Он указывал на то, что молоко обладает способностью самостоятельно, без участия коры головного мозга и при отсутствии аппетита, возбуждать пищеварительный тракт, вызывать отделение пищеварительных соков и усваиваться, «без чего не может происходить переваривание другой пищи»; этим обусловливаются особо целебные свойства молока для больных и ослабленных организмов; кроме того, белки молока легче и полнее усваиваются, чем белки других продуктов, и способствуют усвоению последних.

Все компоненты молока являются полноценными и играют важную роль в физиологии питания человека.

Белки молока – наиболее биологически ценный компонент. Образующиеся при расщеплении белков аминокислоты являются материалом построения клеток организма, ферментов, гормонов, антител при проявлениях деятельности иммунитета и др. Из всех животных белков белки молока наиболее полноценны. Казеин, альбумин и глобулин со-

держат все незаменимые аминокислоты (лизин, триптофан, метионин, фенилаланин, лейцин, изолейцин, треонин, валин). Недостаток в питании хотя бы одной незаменимой аминокислоты вызывает нарушение обмена веществ в организме человека. Сывороточные белки более ценны, чем казеин, так как содержат больше лизина, триптофана и других незаменимых аминокислот. Белки молока обладают липотропными свойствами, регулируя жировой обмен, повышают сбалансированность пищи и усвоение других белков. Обладая амфотерными свойствами, молочный белок защищает организм от ядовитых веществ. При отравлении организма тяжелыми металлами казеин вступает с ними в реакцию, образуя нерастворимые соли, которые выводятся из организма.

Важно, что белки в молоке находятся в растворенном состоянии, поэтому легко атакуются и перевариваются протеолитическими ферментами пищеварительного тракта. Усвояемость белков молока составляет 96–98%.

Серосодержащая аминокислота метионин является источником образования холина и фосфатидов, играющих важную роль в обмене веществ, предотвращающих жировое перерождение печени, атрофию эндокринных желез, изменение процессов передачи нервных возбуждений и др. Аминокислоты молочного белка аргинин и треонин нормализуют процессы роста и развития и поэтому особенно важны для детского организма.

Суточная потребность взрослого человека в аминокислотах (28,4 г белков молока или 14,5 г белков молочной сыворотки) полностью обеспечивается при потреблении 0,5 л молока.

Белки молока обладают водосвязывающей, эмульгирующей, пенообразующей способностью, что позволяет использовать их в производстве комбинированных биологически ценных продуктов.

Молочный жир по сравнению с другими природными жирами обладает наиболее сложным химическим составом (в образовании его глицеридов участвует свыше 157 жирных кислот). Его качественный и количественный глицеридный состав оптимально сбалансирован. Из природных жиров он обладает наиболее ценными пищевыми свойствами, является источником энергии для биохимических процессов в организме.

Молочный жир обладает высокой усвояемостью. Это связано с тем, что он находится в молоке в виде легкоусвояемых микроскопических жировых шариков в жидком состоянии. Температура плавления молочного жира 27–34 °С. Биологическая ценность молочного жира обусловлена содержанием жирорастворимых витаминов (А, Е, D) и незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (линолевой, линоленовой, арахидоновой). Однако молочный жир содержит недостаточное количество полиненасыщенных жирных кислот, покрывая потребность человечес-

кого организма на одну треть. Поэтому рекомендуется добавление в пищу растительного масла, богатого линолевой и линоленовой жирными кислотами. Недостаток полиненасыщенных жирных кислот в организме способствует развитию атеросклероза, тромбоза сосудов, сухости кожи, экземы и других заболеваний. Сопутствующие молочному жиру липоиды (фосфолипиды, лецитин, цереброзиды, стеарины, воски) играют важную роль в клеточном обмене веществ, интенсивности всасывания жиров, в образовании гормонов коры надпочечников.

Приятный вкус молочного жира облагораживает вкус молочных продуктов, обусловливает гомогенность и пластичность их структуры и консистенции.

Молочный сахар (лактоза) является источником энергии для биологических процессов в организме, способствует усвоению кальция, фосфора, магния, бария. Обладая меньшей растворимостью, чем сахароза, он вызывает меньшее раздражение пищеварительного тракта, а вследствие замедленного гидролиза достигает толстого кишечника, где используется молочнокислой микрофлорой, создающей благоприятную кислую среду. Обладая в 5 раз менее сладким вкусом, чем сахароза, лактоза не снижает аппетита.

Минеральные вещества молока играют значительную роль в пластических процессах формирования новых клеток тканей, синтезе ферментов, витаминов, гормонов, а также в минеральном обмене веществ организма. В молоке содержится много солей кальция и фосфора, находящихся в оптимально сбалансированном соотношении и легкоусвояемой форме. Эти элементы необходимы организму для формирования костной ткани, кровообразования, деятельности мозга и др. Примерно 80% суточной потребности человека в легкоусвояемом кальции удовлетворяется за счет молочных продуктов. Кальций необходим для регулирования кровяного давления, уменьшения риска заболевания некоторыми разновидностями рака; йод участвует в синтезе гормона щитовидной железы – тироксина; железо входит в состав гемоглобина и некоторых ферментов; кобальт входит в состав витамина B_{12}; медь катализирует окислительно-восстановительные процессы в организме; хлориды натрия и калия, фосфаты участвуют в построении элементов крови и плазмы; сера – в синтезе большинства белков, ряда витаминов, гормонов и других биологически активных веществ.

Биологическая ценность молока дополняется наличием почти всего комплекса известных и необходимых для организма человека витаминов, содержание которых изменяется в зависимости от периода года, от рационов кормления животных; оно, как правило, повышается в летний период при содержании скота на зеленых пастбищах.

Один литр молока полностью удовлетворяет суточную потребность взрослого человека в животном жире, кальции, фосфоре; на 53% – в животном белке; на 35% – в биологически активных незаменимых жирных кислотах и витаминах А, С, тиамине; на 12,6% – в фосфолипидах и на 26% – в энергии. Энергетическая ценность молока составляет 2720 кДж/кг.

Наличие всех компонентов в оптимальном сочетании и легкопереваримой форме делает молоко исключительно ценным, незаменимым продуктом для диетического и лечебного питания, особенно при желудочно-кишечных заболеваниях (колитах, холецистите, острых гастритах), болезнях сердца и кровеносных сосудов, печени, почек, сахарном диабете, ожирении. Молоко должно ежедневно потребляться для поддержания тонуса и увеличения продолжительности жизни.

Исключительное значение молоко имеет в питании детей, особенно в первый период их жизни. В оболочечном белке жировых шариков содержится значительное количество фосфолипидов, аргинина и треонина – аминокислот, нормализующих процессы роста и развития организма. Молоко является основным источником легкоусвояемых фосфора и кальция для построения костных тканей растущего организма.

Биологическая ценность молока дополняется тем, что оно способствует созданию кислой среды в кишечном тракте и подавлению развития гнилостной микрофлоры.

Не менее важную роль молоко играет как диетический и лечебный продукт для людей пожилого возраста, на это указывал еще Авиценна, живший свыше 1000 лет назад. Молоко и молочные продукты должны составлять не менее 20% ежедневного рациона пожилых людей. Для стареющего организма характер питания является очень важным фактором здоровья и продления жизни. Это связано с тем, что у людей старше 60 лет понижена интенсивность обменных процессов и усвояемость пищи, ощущается недостаток пищеварительных ферментов, ослаблены секреторные и моторные функции желудочно-кишечного тракта.

У них наблюдается обеднение скелета минеральными солями, изменение витаминного обмена, колебания в составе крови. Сопротивляемость организма к воздействию неблагоприятных погодных условий и резистентность организма к заболеваниям с годами снижаются. Противодействовать этим процессам в значительной мере может сбалансированное и рациональное питание.

С возрастом снижается не только интенсивность обменных процессов в организме, но и уменьшается потребность в пищевых веществах, появляется избирательность в их выборе. Резко снижается потребность в мясе и увеличивается – в растительно-молочных продуктах.

Молоко и молочные продукты крайне необходимы в рационе питания людей пожилого возраста. При этом целесообразно отдавать предпочтение маложирным или обезжиренным молочным продуктам. Желательное соотношение животных и растительных белков и жиров 1:1.

В настоящее время создаются молочные и растительно-молочные продукты для лечебно-профилактического питания пожилых людей.

Очень важная роль в питании пожилых людей отводится диетическим кисломолочным продуктам, наиболее легко и быстро усваивающимся организмом, требующим меньше пищеварительных соков, оздоравливающим желудочно-кишечный тракт. Создаются диетические кисломолочные продукты с лечебно-профилактическими свойствами, витаминизированные, с растительными биологически ценными наполнителями.

Для полного удовлетворения потребности населения Российской Федерации в молочных продуктах необходимо перерабатывать более 50 млн. тонн молока в год с увеличением мощностей по выработке диетических кисломолочных продуктов, творога, сыра и молочных консервов.

Рекомендуемые нормы потребления молока и молочных продуктов, кг в год на душу населения:

Молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко),	392,0
в том числе:	
молоко цельное и напитки	119,0
творог	8,9
сметана	6,5
масло	5,9
сыр	6,1
молоко обезжиренное	12,3

Требования, предъявляемые к качеству потребляемого молока

Качество и пищевая ценность молочных продуктов в основном определяются качеством перерабатываемого молока. К молоку как сырью согласно ГОСТ Р 52054-2003 предъявляют требования по физико-химическим, органолептическим и санитарно-ветеринарным показателям. Молоко должно быть натуральным, полученным от здоровых коров, иметь чистый, приятный сладковатый вкус и запах, свойственный свежему молоку, цвет от белого до светло-кремового, без каких-либо цветных пятен и оттенков, консистенцию однородную, без сгустков белка и комочков жира, без осадка, плотность – не ниже 1027 кг/м^3. Не подлежит приемке молозиво в первые 7 дней после отела и стародойное молоко (за 5 дней перед запуском коровы).

Молозиво, получаемое в первые 7 дней после отела, имеет сладковато-солоноватый вкус, цвет – выраженный желтый – обусловлен высоким содержанием каротина, консистенция густая, при тепловой обработке коагулирует вследствие высокого содержания белков (23–24%), особенно альбумина и глобулина (20%), поэтому на переработку не используется. Однако молозиво крайне необходимо для первых дней жизни теленка.

Стародойное молоко имеет горьковато-солоноватый вкус из-за повышенного содержания солей и наличия фермента колостральной липазы (горького вкуса). Содержание в нем жира, белков, минеральных веществ повышено, а содержание молочного сахара и показатели кислотности понижены (8–12 °Т). Количество мелких жировых шариков (до 1,0 нм) увеличивается в стародойном молоке с 20 до 60%, поэтому при сепарировании много жира отходит в обезжиренное молоко и затруднительно сбить масло. Такое молоко плохо свертывается сычужным ферментом.

Не допускается в молоке резко выраженных кормовых привкусов, особенно лука, чеснока, полыни, от которых нельзя освободиться технологической обработкой. Нельзя принимать на завод молоко со стойким запахом химикатов и нефтепродуктов, с добавлением нейтрализующих веществ (соды), с остаточным содержанием химических средств защиты растений и животных, а также антибиотиков; с превышающим допустимые нормы содержанием тяжелых металлов и радиоактивных веществ; с прогорклым, затхлым привкусом, тягучей консистенцией, свидетельствующими о наличии в больших количествах гнилостной и посторонней микрофлоры.

Соответствие молока стандарту по физико-химическим показателям устанавливают анализом на содержание массовой доли жира, титруемой кислотности, плотности, температуры замерзания и, при необходимости, СОМО (по массовой доле жира и плотности). Расчеты за сданное молоко проводятся по базисной жирности 3,4% и, желательно, содержанию белка 3,0%, соответствующим средним нормам Российской Федерации. При приемке проводят также контроль санитарно-микробиологического состояния молока путем проверки на содержание соматических клеток, на бактериальную обсемененность (редуктазной или резазуриновой пробами). Резазуриновая проба позволяет быстрее определить этот показатель, но в промышленных условиях пользуются в основном редуктазной пробой. Проверяют каждую партию на чистоту, температуру замерзания и термоустойчивость.

По результатам анализов молоко подразделяют на три сорта, каждый из которых перерабатывается отдельно (табл. 1.1), и несортовое.

Для молока второго сорта допускается наличие слабовыраженного кормового запаха и привкуса в зимне-весеннее время года.

При приемке на завод молоко должно иметь температуру не выше (4±2) °С, в противном случае принимается со скидкой в цене как «неохлажденное». При сдаче-приемке молока в хозяйстве его температура должна быть не выше 6 °С. Молоко плотностью 1026 кг/м^3, кислотностью 15 °Т и от 19 до 21 °Т может быть принято вторым сортом на основании стойловой пробы (действительно в течение 14 дней), если оно по другим показателям соответствует требованиям стандарта.

Молоко, идущее на выработку продуктов детского питания, сычужных сыров, стерилизованных продуктов, должно отвечать требованиям высшего и первого сортов, но с содержанием соматических клеток не более 500 тыс/см^3, по термоустойчивости – не ниже II группы (продукты детского питания и стерилизованные), по сычужно-бродильной пробе – не ниже II класса (сычужные сыры). Молоко при этом принимают с соответствующей надбавкой к закупочным ценам.

При использовании молока для производства творога, сыра, сухого молока сырье проверяется на содержание белка методом формольного титрования. При производстве кисломолочных продуктов молоко проверяется на содержание ингибирующих веществ. На содержание радионуклидов 2 раза в году производится проверка санэпидемиологической станцией молока как сырья, творога и сметаны. Проверка молока и молочных продуктов на содержание тяжелых металлов и пестицидов проводится при сертификации продуктов (раз в 2–3 года).

Молоко от больных или подозреваемых в заболевании коров, использование которого разрешается ветеринарным надзором только после термической обработки, принимается как несортовое и перерабатывается отдельно.

1.1. Характеристика молока по сортам ГОСТ Р 52054-2003

Показатели	Норма для сорта			
	высшего	первого	второго	несортового
Кислотность, °Т	16–18	16–18	16–20,99	<15,99 и >21,0
Степень чистоты по эталону, не ниже группы	I	I	II	III
Плотность, кг/м^3, не менее	1028,0	1027,0	1027,0	<1029,9
Температура замерзания, °С	не выше минус 0,520			выше минус 0,520
Бактериальная обсемененность, тыс/см^3	до 300	от 300 до 500	от 500 до 4000	>4000
Содержание соматических клеток, тыс/см^3, не более	300	1000	1000	1000

Молоко, поставляемое непосредственно в торговую сеть, больницы и для общественного питания, должно соответствовать требованиям ГОСТ 13277-67 на пастеризованное молоко, а поставляемое детским учреждениям – дополнительно и ветеринарным правилам.

Молоко с частичным содержанием антибиотиков непригодно для переработки на сыры, кисломолочные продукты, кислосливочное масло, так как в нем приостанавливается развитие кисломолочных бактерий, а развитие некоторых вредных для здоровья человека микробов (например, кишечной палочки) продолжается. Для обнаружения антибиотиков применяют микробиологические методы и, кроме того, добавляют красящие вещества (хлорофилл, бриллиантовый голубой, «Грин»). Молоко, полученное в период лекарственной терапии животных и спустя 3–5 дней, приемке не подлежит. Молоко приобретает нормальные свойства не раньше, чем через 8 дней после инъекций антибиотиков животным.

Молоко коров, больных маститом, не подлежит приемке. Мастит не передается человеку через молоко, но в маститном молоке содержится большое количество стафилококков, выделяющих токсины, которые могут вызвать пищевые отравления молочными продуктами и быть причиной опасных заболеваний.

Технологические свойства молока

Технологические свойства определяют качество и пищевую ценность молочных продуктов, их выход и способность сохранять свои качества при хранении.

К технологическим свойствам молока относится химический состав молока и его компонентов (особенно белков и жира), качество молока по органолептическим, санитарно-гигиеническим показателям, сыропригодность, термоустойчивость, сычужная свертываемость, отсутствие посторонних веществ. Молоко должно быть получено от здоровых коров

Химический состав молока оказывает наибольшее влияние на технологические свойства, выход, качество и пищевую ценность молочных продуктов. Химический состав молока изменяется в широких пределах по агроклиматическим зонам, в зависимости от породы скота, возраста, состояния здоровья животных, условий их кормления и содержания, периода лактации. Наибольшим изменениям подвержено содержание жира, затем белка, и, в меньшей степени, лактозы и минеральных веществ. На технологические свойства молока существенное влияние оказывают содержание, химический состав, структура, свойства жира и белка. С повышением содержания этих компонентов в молоке, с увеличением размеров жировых шариков и мицелл казеина повышается выход сливочного масла, творога, сыра, сметаны и др., интенсивнее проходят технологичес-

кие операции их выработки, улучшаются вкус и консистенция продуктов. Химический состав этих компонентов в значительной мере обусловливает биологическую ценность молочных продуктов. Изменение химического состава молока, дисперсности жировой фазы и белка достигается, главным образом, селекционной работой, полноценным кормлением доброкачественным кормом и регулированием кормовых рационов, введением специальных кормов для изменения химического состава жира, минеральных добавок для улучшения сыродельных свойств молока.

В каждом природно-экологическом районе страны уже сложились породный состав животных, условия их кормления и содержания, обусловливающие средний химический состав сборного молока, который мало колеблется по годам и соответствующим периодам лактации. Они могут служить исходными данными для технологов, подбирающих оптимальные режимы выработки молочных продуктов. Химический состав и свойства сборного молока имеют значительные различия по природно-хозяйственным сырьевым районам. Эти различия необходимо учитывать при уточнении параметров технологических процессов, нормализации молочного сырья по компонентному составу, нормативным расходам молока при производстве молочных продуктов.

В молоке коров нашей страны средняя массовая доля сухих веществ составляет 11,93% с колебаниями по сырьевым районам от 11,6 до 12,66%. Наилучшим по этому показателю (12,26% и более) является молоко, полученное от коров в Волго-Вятском районе, Западной Сибири, Алтае, Казахстане, Киргизии и Прибалтике. Наиболее низкие показатели (11,6–11,9%) в центрально-черноземном районе РФ, в Белоруссии, Молдове. Массовая доля сухого обезжиренного остатка в молоке (СОМО) составляет в среднем по стране 8,5 с колебаниями в Российской Федерации от 8,0 до 8,95%, повышенная – в средних и южных районах бывшего СССР (8,7–8,9%).

Массовая доля белковых веществ, определяющая выход и консистенцию белковых молочных продуктов, составляет в среднем 3,13%, с колебаниями по районам Российской Федерации от 2,68 до 3,68%; в Украине – от 3,03 до 3,32%.

Массовая доля жира в молоке подвержена наибольшим колебаниям по сырьевым районам и составляет 3,2–4,5%, (в РФ – 3,31–4,29%, в Белоруссии – 3,36%, Прибалтике – 3,4–3,5%, Средней Азии – 3,48–3,78%). Особенно большие изменения имеет химический состав молочного жира по сырьевым районам. Наибольшей биологической ценностью, большим содержанием ненасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот отличается молочный жир Северо-Западных областей, Западной Сибири, Алтая, Волго-Вятского района. Биологическая ценность молочного

жира в этих районах даже зимой при стойловом содержании скота выше, чем в средних и южных районах бывшего СССР в летний период.

Наибольшее влияние на технологические свойства молока оказывают сезонные изменения его химического состава, которые имеют примерно одинаковые закономерности для всех природно-сырьевых районов. На выбор оптимальных режимов производства масла большое влияние оказывает жирнокислотный показатель молочного жира. Сезонные изменения в основном обусловлены периодом лактации, а также изменяющимися в течение года рационами кормления, условиями содержания животных.

Массовые доли в молоке жира, белка, СОМО имеют примерно одинаковую тенденцию сезонных изменений: постоянное снижение с января по апрель, увеличение с апреля по октябрь – ноябрь. Резкое снижение содержания белка и жира весной (март – апрель) связано с массовыми отелами коров и недостаточной питательностью кормов. Минимальное количество жира и белка содержится в молоке первых двух месяцев лактации, которые характеризуются максимальными удоями. В этот период необходима нормализация компонентного состава молока для нормального протекания технологических процессов и получения качественных продуктов. В начале (молозиво) и в конце лактационного периода (стародойное молоко) в связи с изменением физиологического состояния животного молоко резко отличается от нормального по химическому составу, свойствам, органолептическим показателям и не используется.

Молозиво в связи с высокой массовой долей сывороточных белков (12–16%) свертывается при пастеризации, а стародойное молоко имеет солоновато-горьковатый привкус (наличие колостральной липазы), плохо свертывается сычужным ферментом, в нем резко увеличено количество мелких жировых шариков. Стародойное молоко нельзя использовать для выработки масла, сыра и других продуктов, его солоновато-горьковатый привкус усиливается в молочных продуктах, которые быстро портятся. Развитие молочнокислой микрофлоры задерживается в молозиве и стародойном молоке, антимикробная активность сохраняется в молозиве даже через 10–14 дней. Поэтому такое молоко не может быть использовано для выработки кисломолочных напитков, творога.

Размеры мицелл казеинаткальцийфосфатного комплекса (ККФК), удельный вес крупных и средних жировых шариков уменьшаются весной и в начале лета, что также ухудшает технологические свойства молока. Термоустойчивость молока – необходимый фактор при производстве стерилизованного молока, молочных консервов, продуктов детского питания. Ее определяют алкогольной пробой с 75%-ным этанолом. В Российской Федерации в среднем 42% молока выдерживают эту пробу.

Свежее молоко (pH 6,6–6,7), полученное от здоровых коров, выдерживает высокотемпературную обработку без признаков коагуляции казеина. Термоустойчивость снижается в первом и втором кварталах года, когда наблюдаются колебания в солевом и белковом составе молока, связанные со стадией лактации (идут массовые отелы коров), ухудшением рационов кормления и др. Термоустойчивость молока в основном зависит от устойчивости казеиновых мицелл: величины их отрицательного заряда и гидрофильности. ККФК устойчив при определенном содержании кальция. При повышении в молоке концентрации ионов кальция они присоединяются к ККФК и уменьшают отрицательный заряд его мицелл. Вследствие уменьшения заряда мицеллы объединяются в крупные агрегаты и при нагревании коагулируют. Так, при повышении кислотности и, естественно, снижении pH молока образующаяся молочная кислота вызывает снижение отрицательного заряда мицелл казеина и переход части коллоидных солей кальция в ионно-молекулярное состояние. Ионы кальция, как уже было сказано выше, понижая заряд ККФК, приводят к агрегации казеиновых частиц, которые коагулируют при нагревании.

По технологическим свойствам лучшее молоко получают в период с июля по ноябрь, на 4–6-й лактации коров.

В сыроделии и производстве жирного творога большую роль играет способность молока к сычужной свертываемости, т. е. к быстрому образованию плотного белкового сгустка. Этим определяется сыропригодность молока. Чем больше в молоке содержится казеина и солей кальция (ионов кальция), тем выше сыропригодность молока, тем быстрее и плотнее образуется молочный сгусток при сычужном свертывании молока.

Молока, пригодного для сыроделия по сычужной свертываемости, поступает на молочные предприятия по отдельным районам от 10 до 48%, в среднем около 30%. Наименьшей сыропригодностью обладает молоко из Молдавии (8%), Узбекистана (10%), Волго-Вятского (11%) и Поволжского (12%), Восточно-Сибирского и Северо-Западного (15%), районов Российской Федерации, из Киргизии (20%), Белоруссии (25%), Дальневосточного района (24%). Наибольшая сыропригодность у молока из Казахстана (48%), Таджикистана (40%), Эстонии (42%), Украины (45%), из районов РФ – Западно-Сибирского (47%), Уральского (42%), Центрального (42%), Северо-Кавказского (38%), Алтая (48%).

Сычужно-вялое молоко при недостатке кальция образует дряблый непрочный сгусток, дающий при его обработке высокий отход белка в сыворотку и пониженное качество сыра. Для повышения содержания кальция и получения плотного сгустка в молоко добавляют раствор хлорида кальция.

При заболевании маститом снижается молокообразующая способность клеток молочной железы, а вместе с тем и синтез жира, казеина, лактозы. В молоке понижается содержание сухих веществ, а сывороточных белков – возрастает. Молоко содержит повышенное количество бактерий-возбудителей мастита, лейкоцитов (соматических клеток), ферментов (каталазы, липазы), приобретает солоновато-горьковатый привкус; в нем снижается кислотность (5–13 °Т) и плотность (1024–1025 кг/м^3). При клинической форме мастита в молоке появляются следы крови, гноя, хлопья белка. Такое молоко не используется для промышленной переработки. О степени воспалительных процессов в молочной железе при заболевании маститом судят по содержанию соматических клеток (300–500 тыс/мл). Они в основном состоят из лейкоцитов (90%), альвеолярных и эпителиальных клеток. Их количество в молоке увеличивается в прямой зависимости от остроты заболевания.

Примесь молока, полученного от животных с субклинической формой мастита, снижает содержание сухих веществ, повышает бактериальную обсемененность сборного молока, ухудшает его технологические свойства. Оно обычно инфицировано термостойкими и биологически активными стафилококками, инактивация которых достигается при 85 °С с выдержкой 30 мин или при 90 °С за 5 мин; а стафилококковый энтеротоксин разрушается лишь при стерилизации в течение 30 мин. Такое молоко менее термоустойчиво, плохо свертывается сычужным ферментом, в нем вяло протекают биохимические процессы сквашивания. Примесь 15–25% молока коров, больных маститом, снижает качество масла, творога, сметаны, кисломолочных напитков; сыры получаются с пороками вкуса, консистенции и рисунка.

Значительное влияние оказывает присутствие антибиотиков на технологические свойства молока: снижается качество молочных продуктов и их выход. Даже небольшие концентрации антибиотиков в молоке подавляют развитие молочнокислой микрофлоры при изготовлении заквасок, молочнокислых продуктов.

Наиболее чувствительны к антибиотикам термофильный стрептококк, который частично ингибируется при концентрации пенициллина 0,05–0,10, а также молочнокислые палочки – при 0,3–0,6, закваска для масла – при 0,017–0,17 и закваска для сыра – при 0,05–0,20 МЕ/мл. При наличии антибиотиков в молоке задерживается его сычужное свертывание.

Кормление коров оказывает наибольшее влияние на молочную продуктивность, химический состав, сенсорные и технологические свойства молока. На выработку молока коровами используется от 30 до 60% питательных веществ корма. Уровень и полноценность кормовых рационов оказывает непосредственное влияние на молочную продуктивность

и химический состав молока. Оптимальным является расход около одной кормовой единицы и 100–120 г переваримого протеина на 1 кг синтезируемого молока. Виды кормов в рационе, их соотношение и режимы кормления оказывают влияние на технологические и сенсорные свойства молока.

Уровень углеводного питания обусловливает содержание низкомолекулярных летучих жирных кислот в жире молока, влияющих на аромат животного масла. В рационе коров должно содержаться жира не менее 2%; корма с высоким содержанием жира (рыбной муки, жмыхов) несколько повышают жирность молока, причем в молочном жире содержание короткоцепочечных жирных кислот (C_2–C_{12}) снижается, высокомолекулярных жирных кислот – повышается, а вместе с тем увеличивается йодное число и легкоплавкость молочного жира. При этом повышается биологическая ценность животного масла и консистенция его получается более мягкой.

Повышение нормы протеина в рационе приводит к некоторому повышению удоев и содержания белка в молоке. В то же время при протеиновом перекорме и недостатке грубых кормов угнетаются процессы брожения в рубце, нарушается обмен веществ в организме, что приводит к снижению содержания жира в молоке и ухудшению его технологических свойств.

Обеспеченность животных микроэлементами оказывает влияние на их молочную продуктивность и состав молока, повышает его технологические свойства в сыроделии. Добавление в корм кобальта и меди в зонах с недостатком их в кормах способствует повышению удоев, содержания сухих веществ, жира, белка в молоке. Добавление в корм одного микроэлемента способствует повышению содержания ряда микроэлементов в молоке.

Жирорастворимые витамины попадают в молоко только из корма, витамины группы В синтезируются микрофлорой желудочно-кишечного тракта и поступают в молоко. При содержании коров на зеленых пастбищах в молоке повышается количество β-каротина в 3,5–5 раз, витамина А – в два раза, значительно – фолацина. Скармливание доброкачественного силоса способствует повышению содержания в молоке каротина и витамина А, сенажа – витаминов группы В примерно на 50%. Усвоение витамина D из корма коровами улучшается при обогащении их рационов белком. Содержание в молоке тиамина, рибофлавина, пантотеновой кислоты, витаминов B_6, B_{12} в основном зависит от уровня микробного синтеза в рубце.

Кормление коров только концентратами или силосом, или жмыхами приводит к уменьшению молочной продуктивности и содержания су-

хих веществ (белка, кальция), снижается биологическая ценность молока; ухудшаются его технологические свойства: уменьшается величина мицелл казеина, увеличивается продолжительность свертывания молока сычужным ферментом, а это снижает свойства молока при использовании его на выработку сыра. В зарубежных развитых странах (Швейцария, Франция, Дания) молоко от коров, в рацион которых вводится силос, не используется в сыроделии, так как возможно попадание из силоса в молоко маслянокислой микрофлоры, которая при созревании сыра вызывает пороки: самокол, образование свищей. Молоко от коров, в рационе которых отсутствовал силос, оценивается на 30% выше. Это важно, так как сыры в зарубежных странах изготовляются из сырого молока (в отличие от нашей страны), что обеспечивает получение высококачественных сыров с ярко выраженными видовыми особенностями фактуры и вкуса.

Сочные корма (корнеплоды, силос, жом, барда и др.) должны составлять в рационе 45–55%. Они благоприятно влияют на молочную продуктивность и качество молока. Оптимальное количество в рационе грубых кормов (сена, сенажа, соломы) не только обусловливает переваримость и усвояемость питательных веществ корма, но и оказывает благотворное влияние на биологическую ценность и технологические свойства молока.

Внесение высоких доз азота для увеличения урожайности пастбищ (360 кг/га) приводит к накоплению в зеленой массе протеина, а в молоке – к повышению содержания мочевины и, вместе с тем, снижению удельного веса сывороточных белков, уменьшению средней величины мицелл казеина и ухудшению технологических свойств молока при переработке его на кисломолочные продукты, сыр.

Улучшает технологические свойства молока использование для корма коров полноценных сбалансированных по рациону брикетов и гранул, которые содержат грубые корма, добавки, произведенные химической и микробиологической промышленностью, отходы пищевой и мясомолочной промышленности.

Кормовой рацион влияет на активность ферментов в молоке: зеленые корма повышают общую оксидазную активность молока в 2–3 раза. Активность каталазы не изменяется.

При подкормке коров солями марганца, меди, кобальта активность щелочной фосфатазы и лизоцима в молоке заметно повышается. Повышается чувствительность молока к спонтанному липолизу при неудовлетворительном минеральном составе и энергетической ценности рациона, что особенно проявляется в конце лактационного периода. При этом качество кормов оказывает большее влияние, чем вид корма. Зеле-

ные корма способствуют секреции молока, склонного к спонтанному липолизу.

Ряд кормов оказывает специфическое влияние на органолептические свойства молока или химический состав молочного жира, а вместе с тем на консистенцию, вкус и аромат сливочного масла. Рыбная мука, жмыхи, свежий силос, кукуруза, просо, овсяная дробина, мука зерновых культур, зеленые корма пастбищ (за исключением лесных и с кислыми травами) повышают в молочном жире содержание ненасыщенных и летучих жирных кислот, а вместе с тем биологическую ценность, улучшают консистенцию масла, повышают выраженность его аромата.

Корма, богатые крахмалом, сахаром, клетчаткой – ячмень, овес, шроты, ржаные отруби и дробина, горох и продукты его переработки, хлопковый и кокосовый жмыхи, многие корнеплоды и их ботва (особенно картофель и сахарная свекла), луговое сено, трава лесных пастбищ, солома – понижают содержание летучих и ненасыщенных жирных кислот в молочном жире, повышают его температуру плавления, поэтому масло из такого молока получается излишне твердой консистенции, склонное к засаливанию, пониженной влагоемкости.

При скармливании коровам пшеничных отрубей, подсолнечного шрота, клевера и сена, богатого злаковыми растениями, получается сливочное масло с нормальным составом жира и хорошей консистенцией. При составлении рационов, когда отрицательное действие одних кормов компенсируется отрицательным, но противоположным действием других, обеспечивается получение животного масла хорошей консистенции и нормального по химическому составу молочного жира.

Санитарно-гигиенические и противоэпидемические условия получения молока

Молоко является особо благоприятной средой для развития различных микроорганизмов, так как содержит все необходимые питательные вещества. В то же время молоко должно быть безукоризненно чистым и гарантировать здоровье потребителя. Сырое молоко не должно содержать патогенной микрофлоры, оно должно иметь низкую бактериальную обсемененность. Для этого необходимо строгое соблюдение санитарно-гигиенических и противоэпидемических правил содержания, кормления животных, получения, хранения и переработки молока. За соблюдение этих правил отвечают руководители хозяйств, ферм и предприятий.

Обслуживающий персонал ферм, непосредственно соприкасающийся с молоком и молочными продуктами, допускается к работе после прохождения медицинского осмотра. В дальнейшем работники ферм

проходят медосмотр один раз в квартал, а доярки – один раз в месяц. Один раз в год они обследуются на туберкулез, бациллоносительство и гельминтоз. О всех заболеваниях членов семьи доярка должна ставить в известность санитарного врача.

Основными источниками бактериального и механического загрязнения молока являются вымя и кожный покров животного, руки и одежда обслуживающего персонала, оборудование и посуда. Молоко в вымени животного почти не содержит микроорганизмов. При строгом соблюдении санитарных требований по уходу за животными и доении получают асептическое молоко, содержащее в 1 мл не более 500 микробов. Количество бактерий в молоке, полученном от здоровых коров при соблюдении санитарно-гигиенических условий, незначительно – от 1000 до 10000 в 1 мл. В основном, это сапрофиты – непатогенные микрококки, бактерии, проникающие извне через сосок.

Чтобы не допустить загрязнения молока, волосяной покров и кожу животного ежедневно чистят щетками или пылесосом, а в теплое время года животных необходимо купать или мыть. Вымя коровы следует постоянно содержать в чистоте. Перед доением доярки должны обязательно надевать чистые халаты, фартуки и косынки, мыть руки теплой водой с мылом. Ногти должны быть коротко подстрижены. Доярки перед доением обмывают вымя чистой теплой водой или 0,5%-ным раствором хлорамина. Струи воды из душевых воронок быстро отмывают грязь с вымени, одновременно массируя его. Затем вымя насухо вытирают индивидуальной бумажной салфеткой или чистым мягким полотенцем. Против обветривания и появления на сосках трещин, особенно в летнее время, их слегка смазывают вазелином или антисептической эмульсией. Вымя и соски коровы внимательно осматривают, нет ли признаков заболевания маститом. Таких коров отделяют и доят вручную. Если обмывание вымени проводилось без использования форсунок, то после этого проводят его массаж. Массаж вызывает рефлекторное выделение в кровь гормона окситоцина (в течение одной минуты), действующего на эпителий молочной железы в течение 5 мин и способствующего быстрой и полной отдаче коровой молока. Поэтому подготовку вымени к доению одновременно можно проводить не более чем у трех коров, чтобы успеть провести их дойку в период действия окситоцина на эпителий молочной железы, в противном случае состояние эпителия изменится и корова не будет полностью выдоена.

Большое количество бактерий скапливается у отверстия соска вымени, образуя так называемую «бактериальную пробку». Поэтому первые загрязненные и маложирные струйки молока не смешивают с общим молоком. Выдаивание молока из вымени необходимо проводить до

конца. Последние порции молока содержат до 12% жира. Неполное выдаивание вызывает снижение удоев и заболевание коров маститом.

Прямым источником загрязнения молока и адсорбирования посторонних запахов является корм. Поэтому за час до доения необходимо убрать из кормушек остатки корма и помещение проветрить. Необходимо учитывать, что в 1 мл молока может быть до 3 млрд. жировых шариков, окруженных липопротеиновой оболочкой из поверхностно-активных веществ, моментально адсорбирующих посторонние запахи окружающей среды. Следует также учесть, что при большом количестве сочных, легкосбраживаемых кормов трудно содержать животных в чистоте из-за нарушения работы желудочно-кишечного тракта.

Мухи и грызуны являются опасными источниками бактериального обсеменения молока и возбудителями заразных болезней. Поэтому необходимо регулярно проводить мероприятия по борьбе с ними.

В настоящее время используется машинное доение коров, молоко подается в закрытой системе по трубопроводам в помещение для хранения молока или в прифермерскую молочную. Это исключает загрязнение молока и адсорбирование им посторонних привкусов и запахов, но увеличивает возможность заболевания животных маститом. Поэтому особенно тщательно следует осматривать соски и вовремя обнаруживать появление трещин и, особенно, наличие в выдаиваемом молоке гноя и следов крови. Последнее указывает на мастит в клинической форме и на необходимость немедленного отделения больных коров от стада и лечения.

При машинной дойке требуется тщательно мыть и стерилизовать все оборудование и инвентарь при получении, обработке и хранении молока. Вода для мойки должна отвечать требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Помещения молочной и моечной должны быть сухими, светлыми, хорошо проветриваемыми, иметь подводку холодной и горячей воды. Пол и стены обычно облицовывают плиткой.

При нарушении санитарно-гигиенических и противоэпидемических требований в молоко попадает много микрофлоры из окружающей среды: с грязных рук, вымени и кожи животного, из воды, корма и т. п. В таком молоке, помимо обычных кишечных палочек, могут присутствовать патогенные микроорганизмы (дизентерийные микробы, сальмонеллы, холерные вибрионы и др.).

Через молоко могут передаваться болезни, вызываемые энтеровирусами, инфекционный гепатит, ящур, туберкулез, лейкоз, сибирская язва, мастит, сальмонеллез, бактериальная дизентерия, стафилококковый энтеротоксический гастроэнтерит, стрептококковые инфекции, брюшной тиф, холера и др.

Молоко, полученное от коров с клиническими признаками бруцеллеза, не дающих положительную реакцию на это заболевание, допускается к употреблению после моментальной пастеризации при температуре не менее 90 °С или с выдержкой 30 мин при 65–70 °С. Молоко от коров, карантинизированных по ящуру, кипятят 5 мин в самом хозяйстве. Молоко от коров, больных сибирской язвой, туберкулезом, чумой, злокачественным отеком, уничтожается в присутствии ветеринарных работников. Возбудители лихорадки Ку передаются через молоко, выдерживают режимы пастеризации и длительное время сохраняются в молочных продуктах. Молоко обезвреживают кипячением в течение 3–5 мин. Опасные патогенные вирусы полиомиелита и коксаки в молоке не размножаются, но сохраняются длительное время и могут стать причиной заражения человека. Вирус полиомиелита неустойчив и при обычных режимах пастеризации гибнет, а вирус коксаки сохраняет жизнеспособность и после пастеризации. Вирус инфекционного гепатита инактивируется при длительном кипячении или автоклавировании при 120 °С.

Для человека особенно опасно молоко, полученное от туберкулезных коров. У животных старых и с низкой упитанностью реакция на туберкулез может быть выражена слабо или отсутствовать. Туберкулезные палочки термоустойчивы. Принятые режимы пастеризации не обеспечивают полной их инактивации. Возбудители туберкулеза сохраняются в сыром молоке 14–18 дней, в масле – до 10 месяцев, в сыре – до 260 дней.

При заболевании лейкозом нарушается обмен веществ и проходят злокачественные преобразования кроветворной ткани. Животные заражаются при проникновении в организм лимфоцитов, содержащих вирус лейкоза, энтерально и парентерально. Лейкозных животных отправляют для переработки на мясокомбинаты. Возбудитель – вирус, люди заражаются лейкозом только от больных животных. Молоко от лейкозных коров используют в пищу пастеризованным при обычном режиме. Реализация в свободной продаже запрещена.

Стадо должно находиться под постоянным наблюдением ветеринарных работников. Животных с признаками инфекционного или другого заболевания нужно немедленно изолировать.

Категорически запрещается поставлять на приемные пункты, заводы или продавать на рынке молоко от больных животных без специального разрешения ветеринарного врача.

Первичная обработка и транспортировка молока

Первичная обработка молока проводится на ферме и включает его очистку, охлаждение и хранение.

После получения молока необходимо обеспечить сохранение его свежести и нативных свойств, минимальное обсеменение микрофлорой.

Для этого в прифермской молочной молоко после выдаивания очищают от механических примесей и охлаждают.

Очистка осуществляется фильтрованием или с использованием центробежных сепараторов-молокоочистителей. Для фильтрования можно использовать марлево-ватные, многослойные марлевые фильтры при ручной дойке и лавсановые при машинной. После пропускания 40–50 л молока при ручном доении или 100–150 л при машинном фильтры заменяют. Механическая фильтрация не обеспечивает полной очистки молока: задерживаются только крупные частицы, поступающие новые порции молока контактируют с загрязнением на фильтре и дополнительно обсеменяются микрофлорой. Наиболее полную и совершенную очистку осуществляют с помощью сепараторов-молокоочистителей, которые позволяют очищать молоко не только от механических примесей, но и, в некоторой мере, от бактериальной загрязненности.

Охлаждение молока проводят немедленно после очистки. Чтобы сохранить молоко бактериально чистым, его быстро охлаждают до (4±2) °С на специальных установках или в бассейнах с льдоводяной смесью. Воздушное охлаждение молока во флягах происходит очень медленно и поэтому не рекомендуется. Хранить молоко на фермах в охлажденном виде допускается не более 24 ч при температуре (4±2) °С, при которой бактерицидные свойства молока сохраняются 1,5–2 сут. Это обеспечивает относительную его бактериальную чистоту (табл. 1.2).

Вследствие длительного хранения молока при низких температурах снижается содержание витаминов, происходят структурные изменения белка: гидрофобные связи ослабевают, и ассоциаты казеинатов распадаются на более мелкие. Фосфор, кальций и β-казеин, нативные протеазы переходят из мицелл казеина в плазму молока и сливок, в результате чего под действием ферментов β-казеин распадается на γ-казеин и компоненты протеозо-пептонной фракции. Также происходит частичное отвердевание глицеридов жира, в том числе входящих в оболочки жировых шариков. Последние становятся более хрупкими и легче разрушаются при механическом воздействии.

Длительное хранение молока при низких температурах на ферме без предварительной пастеризации не рекомендуется, так как это может привести к развитию в нем гнилостной микрофлоры, расщеплению белков и гидролизу жира. В таком случае молоко приобретает горький вкус.

Во время транспортирования молока необходимо сохранить его качество при минимальных потерях и транспортных расходах. Сейчас широко внедряется централизованная перевозка молока путем прямой связи молочных предприятий с прифермскими молочными, крестьянскими объединениями. Это позволяет ускорить доставку сырья на заводы, по-

1.2. Изменение содержания бактерий в молоке (тыс/мл)

Молоко	Продолжительность хранения молока после дойки, ч				
	0	3	6	12	24
Охлажденное	11,5	11,5	8,0	7,8	63
Неохлажденное	11,5	18,0	102	114	1300

путным рейсом завезти в хозяйства пастеризованное обезжиренное молоко или заменитель цельного молока (ЗЦМ).

При большом радиусе сырьевой зоны в сеть крупных молочных предприятий включают сепараторные отделения и первичные (низовые) заводы. Они принимают молоко от ферм, охлаждают, хранят до отправки на завод и перерабатывают на сливки, творог, сметану.

Транспортирование молока осуществляют в изотермических молочных цистернах автомобильным (преимущественно), железнодорожным и водным транспортом. За 10 ч температура молока в цистерне изменяется на ±2 °С при температуре окружающего воздуха ±30 °С. Для предотвращения подсбивания молока необходимо каждую секцию цистерны заполнять сырьем полностью и только однородного качества.

На небольшие расстояния молоко транспортируют молокопроводами с помощью очищенного сжатого воздуха, поступающего под давлением или самотеком (горные местности). При этом затраты труда снижаются в 3–4 раза и лучше сохраняется качество молока.

На изменение нативных свойств молока оказывают влияние турбулентные течения с возможным подсосом воздуха. Чтобы максимально исключить это, трубопроводы для передачи молока необходимо делать как можно короче, избегать установки в них клапанов и поворотных участков, монтировать трубы малых диаметров при высокой производительности насоса. При механическом воздействии на молоко возникают процессы десорбции компонентов с оболочек жировых шариков, липолиза с образованием свободных жирных кислот, дезагрегации казеиновых частиц.

Пороки молока

Под пороками молока принято понимать различные изменения его свойств и характеристик, ухудшающие качество продукции. Различают пороки вкуса и запаха, технологических свойств, консистенции и цвета. В зависимости от причин возникновения их делят на пороки кормового, бактериального, технического и физико-химического происхождения.

Пороки кормового происхождения возникают из-за поедания животными растений со специфическими запахом и вкусом, а также при адсорбировании молоком запахов корма при несоблюдении санитарно-гигиенических условий доения. Привкусы и запахи лука, чеснока, полы-

ни, горчицы, лютика являются результатом перехода алкалоидов, эфирных масел и других веществ из корма в молоко при его синтезе. Они очень стойки, техническими приемами обработки от них невозможно освободиться, с такими пороками молоко не принимают на завод. Запахи силоса, репы адсорбируются молоком при доении, они ослабляются и полностью исчезают при аэрации и дезодорации.

Некоторые растения, поедаемые животными, влияют не только на вкус и запах, но и на окраску и консистенцию молока. Так, водяной перец, кроме неприятного вкуса, придает молоку синеватую окраску, травы иван-да-марья и марьянник – голубоватый цвет, а жирянка вызывает клейкость и тягучесть.

Чтобы не допустить появления силосного и некоторых других запахов (например, скотного двора), следует соблюдать чистоту и регулярно вентилировать скотный двор, а также скармливать пахучие корма не позже чем за 2 ч до доения. Правильный подбор кормовых рационов, сокращение доз пахучих кормов, точные режимы кормления позволяют полностью избежать кормовых привкусов в молоке.

Пороки бактериального происхождения сказываются на вкусе, консистенции и цвете молока. При хранении они усиливаются. Скисание молока вызывают молочнокислые бактерии, попадающие в молоко при несоблюдении санитарного режима его получения, хранения и транспортирования, в случае воздействия при хранении повышенных температур, задержки переработки. Горький вкус возникает в результате развития гнилостных бактерий при длительном его хранении в условиях низких температур. Прогорклый привкус связан с гидролизом жира под воздействием бактериальной липазы при длительном хранении молока на холоде. Затхлый, сырный, гнилостный вкус появляется в результате развития гнилостной и пептонизирующей микрофлоры.

Вследствие развития кишечной палочки, дрожжей и маслянокислых бактерий начинается интенсивное выделение газов, которое часто сопровождается спиртовым, дрожжевым и другими привкусами (бродящее молоко). При загрязнении особыми видами молочнокислых бактерий (*Bact. lactis viscosum*) молоко имеет вязкую, иногда слизистую консистенцию, что сопровождается кисловатым и другими привкусами. Цветные пятна в молоке вызываются пигментными бактериями, образующими колонии синего, красного и оранжевого цвета. Они развиваются при длительном хранении недостаточно охлажденного молока.

Молоко с пороками бактериального происхождения в основном непригодно для использования. Для предупреждения их появления необходимо соблюдать санитарно-гигиенические условия получения, хранения и транспортирования молока.

Пороки технического происхождения чаще всего связаны с механическими загрязнениями. Металлический привкус возникает при использовании плохо луженной или пораженной ржавчиной посуды. Продукты из такого молока быстро портятся при хранении. Необходимо тщательно контролировать состояние тары. Посторонние привкусы и запахи молоко приобретает из окружающей среды, так как очень быстро адсорбирует посторонние запахи: затхлый, нечистый – при использовании плохо помытой и непросушенной посуды; привкус химикатов, нефтепродуктов, рыбный – в результате адсорбции молоком этих запахов при хранении и перевозке.

Пороки физико-химического происхождения возникают при отклонениях в составе молока, которые сказываются на его технологических свойствах. Под воздействием ультрафиолетовых лучей, даже кратковременном, молоко может приобретать салистый вкус. При этом олеиновая кислота молочного жира, как непредельная, присоединяет один или два гидроксильных остатка (ОН) и переходит в окси- или диоксистеариновую кислоты, которым свойствен вкус осалившегося жира. Поэтому молоко необходимо защищать от воздействия прямых солнечных лучей во время хранения и переработки. Молокохранилище следует располагать окнами на север, а резервуары с молоком размещать в стороне от окон.

Глава 2. Механическая обработка молока и молочных продуктов

Механическая обработка молока предусматривает: очистку молока от механических и биологических загрязнений, мембранные методы обработки, сепарирование и гомогенизацию.

Очистка молока

Методы очистки молока избираются в зависимости от производительности молочных предприятий: фильтры или центробежные молокоочистители. Мелкие предприятия пользуются самым простым методом очистки молока от посторонних механических и биологических примесей, находящихся во взвешенном состоянии, – фильтрацией. Для этого используют ватные фильтры одноразового пользования (на 70–100 л молока), фланель, вафельную ткань, марлю, сложенную в 4–6 слоев, лавсан – в 2 раза. Марля – хороший фильтрующий материал, ее недостатки – гидрофильность и непрочность, длительность обработки при повторном использовании. Пропускная способность одного марлевого фильтра – 10–15 т молока.

Перед повторным употреблением хлопчатобумажные ткани стирают в 0,5%-ном теплом растворе дезмола или другого моющего средства, прополаскивают в проточной воде, проглаживают или кипятят в течение 12–15 мин и высушивают.

Широко используют лавсановые фильтры. Они не токсичны, гидрофобность их позволяет достичь высокой скорости фильтрации, устойчивы к воздействию микроорганизмов, моющих средств, слабым органическим и минеральным кислотам, щелочам, пару, воде. Пропускная способность одного фильтра – 140 т молока. Фильтры из лавсана легко моются в теплой воде с мылом, затем их погружают в 1%-ный раствор гипохлорита натрия или осветленной хлорной извести на 20 мин. 1 м лавсана заменяет не менее 35–40 м марли.

Нормы расхода материалов на 1 т молока: фланели или вафельной ткани требуется 0,09 м, марли – 1,26, лавсана – 0,017, ватных фильтров – 25 штук (масса одного фильтра 1,5 г).

Для фильтрации молока используют фильтры разных конструкций: пластинчатые, дисковые, цилиндрические, в том числе фильтры самоочищающиеся, агрегаты очистительно-охладительные. Молоко насосом подается в фильтр и под давлением проходит через фильтрующую ткань (фланель, байка, лавсан), оставляя на ней частицы примесей. Постепенно на фильтре образуется плотный слой, и сопротивление движению жидкости возрастает в несколько раз, что делает необходимым смену ткани. Поэтому для создания непрерывного процесса фильтры, как правило,

оборудуют двумя секциями. Перед фильтрацией молоко рекомендуется подогреть до температуры 35–45 °С в подогревателе или секции регенерации пластинчатого аппарата. Это необходимо не только потому, что холодное молоко имеет повышенную вязкость и медленно фильтруется, но также и потому, что в холодном молоке полуотвердевшие жировые шарики образуют кучки и с большим трудом проходят через фильтрующую ткань, быстро забивая ее. При подогревании молока происходит растворение загрязнений и бактериальное обсеменение. Кроме того, такая фильтрация задерживает только крупные частицы механических загрязнений. Существенными недостатками также являются большая затрата рабочего времени (до 30% от рабочего цикла), необходимость смены фильтрующей ткани, промывки, разгрузки фильтра от осадка, подготовки установки к работе. Немаловажно и то, что поступающее в фильтр молоко в процессе очистки контактирует с загрязнениями, отложившимися на фильтрующей ткани из предыдущих порций.

Поэтому в промышленности стали широко использовать наиболее эффективную центробежную очистку с применением сепараторов-молокоочистителей и бактериофуг. По конструкции сепаратор-молокоочиститель (рис. 2.1) напоминает сепаратор-сливкоотделитель, но имеет некоторые конструктивные отличия: в тарелках отсутствуют отверстия, поэтому молоко в межтарелочные пространства входит с периферии; периферийное (грязевое) пространство увеличено; нет верхней разделительной тарелки, поэтому весь поток обработанного молока направляется в один отводной патрубок, а не в два.

Очистка молока осуществляется следующим образом. Молоко по центральной трубке поступает в тарелкодержатель, при вращении которого развивается большая центробежная сила, и выводится к периферии барабана, затем под напором поднимается между тарелками к его центру и выбрасывается в отводную камеру с напорным диском. Создаваемого напора достаточно для подачи молока в другие аппараты. Поскольку плотность механических примесей молока больше плотности плазмы, механические примеси отбрасываются к периферии барабана и откладываются в грязевом пространстве плотным слоем. Одновременно удаляется значительное количество микроорганизмов а также часть лейкоцитов, частиц ткани вымени и крови, хлопья белка и др. Сепараторная слизь составляет в среднем 0,06% массы обработанного молока. Слизь имеет примерно следующий состав: 66–68% воды, жировых веществ – 3,3%, белковых веществ – 24–25%, золы – 3–3,2% и других веществ – до 2%. По вертикали слизь состоит из слоев: нижний темно-серый – грязевой, средний белый – белковый, верхний розовато-коричневый – бактериальный.

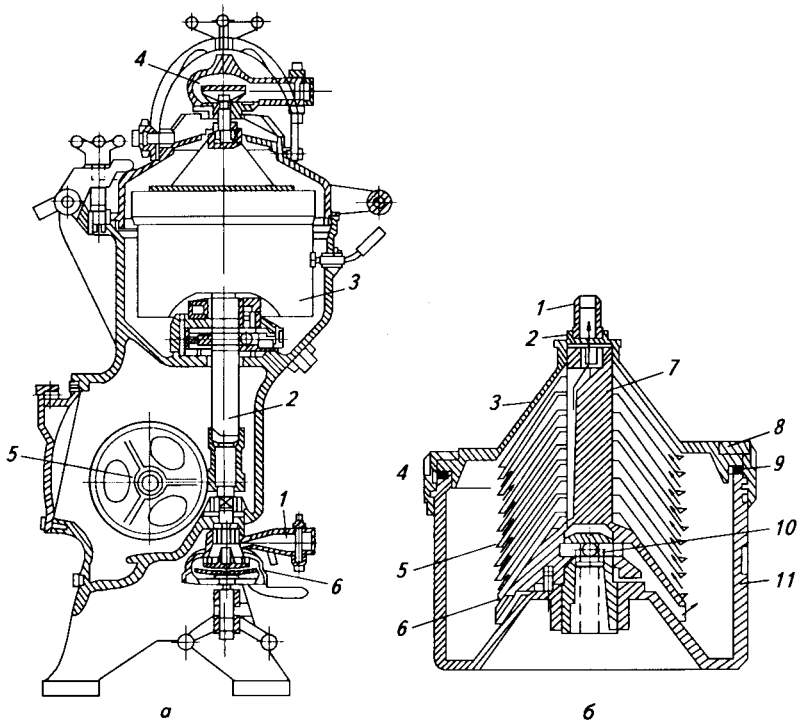


Рис. 2.1. Сепаратор-молокоочиститель:

а – общий вид: 1 – патрубок для входа молока; 2 – вертикальный вал (веретено); 3 – барабан; 4 – напорный диск; 5 – вал червячного колеса с фрикционной муфтой; 6 – центробежный насос;

б – барабан: 1 – труба для выхода очищенного молока; 2 – уплотнительная прокладка для выводной трубки; 3 – крышка барабана; 4 – направляющий выступ крышки барабана; 5 – тарелка; 6 – направляющий штифт для тарелкодержателя; 7 – тарелкодержатель; 8 – кольцевая гайка, 9 – резиновое уплотнительное кольцо; 10 – колпачковая гайка; 11 – корпус барабана

На качество очистки молока влияют, в первую очередь, температура, скорость вращения барабана и продолжительность безостановочной работы установки. Продолжительность безостановочной работы молокоочистителей составляет 3–4 ч при обычной степени загрязненности молока и нормальной кислотности (до 20 °Т), но снижается при обработке сильно загрязненного молока и молока с повышенной кислотностью.

В настоящее время применяют саморазгружающиеся центробежные молокоочистители. Сепараторная слизь из барабана автоматически удаляется через определенные промежутки времени. Отечественный сепаратор-молокоочиститель модели ОМЕ с производительностью

15000 л/ч работает непрерывно 10 ч при времени между разгрузками, равном 30 мин, и давлении после редукционного клапана гидросистемы, равном 49 МПа. При этом количество выбрасываемого осадка достигает 4 кг. Через каждые 3–4 ч осуществляется автоматическая безразборная мойка сепаратора на ходу.

Очистка может проходить при температурах от 5 до 65 °С. В отечественных технологических линиях оптимальная температура молока, поступающего на молокоочиститель, принята в пределах 35–45 °С. При очистке холодного молока его исходные качества сохраняются лучше, однако, возрастает вязкость, уменьшается скорость всплывания частиц, вследствие чего производительность молокоочистителя снижается до 50%. В то же время повышение температуры молока более 40 °С нецелесообразно, так как механические загрязнения или растворяются, или раздробляются в молоке, что не позволяет их полностью устранить под действием центробежной силы, снижается эффективность очистки и увеличивается бактериальная обсемененность.

Центробежная очистка молока приводит к изменению дисперсности жировых шариков. При холодной очистке молока (температура 10–20 °С) величина жировых шариков изменяется минимально, однако их дробление резко возрастает при повышении температуры выше 45 °С. По сравнению с исходным молоком число мелких шариков диаметром 1–2 нм увеличивается при температуре 45 °С на 9%, при 60 °С – на 14% и при 80 °С – на 17%. Количество же крупных жировых шариков уменьшается: диаметром 3–4 нм – с 17% до 12–6%; 4–5 нм – с 8% до 5–2%; 5–6 нм – с 4% до 2–1%. Любое изменение степени дисперсности жировых шариков при производстве многих молочных продуктов крайне нежелательно.

Бактериофугирование. При бактериофугировании одновременно с механическими примесями из молока удаляется подавляющая часть микроорганизмов. Бактериофуги действуют по принципу центробежных очистителей, отличаясь от них более высокой скоростью вращения барабана (более 16000 об/мин), большим числом и размером тарелок.

Целесообразно устанавливать последовательно молокоочистители и бактериофуги (саморазгружающиеся). На большинстве крупных молочных предприятий так и поступают. Бактофугированием сырого молока пользуются для удаления из него микроорганизмов с целью его стерилизации без применения термической обработки. В пластинчатом аппарате молоко нагревается до 75 °С и подается в одну или две последовательно подключенные бактериофуги. Удаляется до 98–99% бактерий. Особенно легко удаляются спорообразующие микроорганизмы и их споры. Однако бактериофугирование не исключает последующей пасте-

ризации или стерилизации молока, так как отдельные виды микроорганизмов (в том числе и патогенные), плотность которых равна плотности молока или даже меньше ее, не могут быть удалены под действием центробежной силы.

Химическая фильтрация. Разработаны способы химической очистки молока с использованием специальных аппаратов-ионообменников. В ионообменниках молоко фильтруется через высокомолекулярные органические вещества – иониты (ионообменные смолы). Ионообменные смолы поглощают различные ионы, в результате чего меняется минеральный состав молока и оно приобретает новые свойства. Это позволяет получить новые пищевые продукты, улучшить их качество, удалить нежелательные примеси. Так, в результате удаления примерно 10% кальция молоко медленнее свертывается под действием сычужного фермента, сгусток его получается менее плотный, при этом вкус, цвет, внешний вид молока изменяется незначительно. На основе ионообменного процесса разработана технология получения ионитного молока для вскармливания детей раннего возраста. При ионообменной обработке уменьшается также в несколько тысяч раз число бактерий. Последовательной обработкой сыворотки катионитом и анионитом можно снизить содержание в ней минеральных солей (ионов Ca, Na, K). После прохождения молока через ионообменную колонку уменьшается его кислотность. Ионообменные смолы в настоящее время используют для выведения из молока радионуклидов. Эффективность ионного обмена зависит от ряда факторов: температуры фильтруемого молока, скорости и направления потока молока в колонке, соотношения между смолой и молоком, pH среды, концентрации удаляемых элементов.

В некоторых странах проводят ультрафильтрацию молока на ферме, что сокращает транспортные расходы на доставку молока на молочные заводы в 2–3 раза, кроме того, получаемый концентрат молока обладает повышенной стойкостью, так как высокое осмотическое давление его препятствует жизнедеятельности микроорганизмов.

Этими методами обезвреживают от микрофлоры молоко, обезжиренное молоко и сыворотку; проводят обезжиривание сыворотки для получения фосфолипопротеинового концентрата с высокой эмульгирующей способностью для производства колбас; осуществляют разделение молочной сыворотки на компоненты, получение сывороточных белков, молочного сахара и т. д. Область применения мембранных методов в молочной промышленности очень широка и дает возможность получить молочные продукты направленного химического состава с высокой биологической ценностью при экономии энергетических затрат.

Сепарирование

До конца XIX в. сливки для выработки масла и сметаны получали длительным методом отстоя. В 1877 г. шведский ученый де Лаваль изобрел сепаратор непрерывного действия для разделения молока под действием центробежной силы на сливки и обезжиренное молоко.

С 1882 г. сепаратор был завезен в ряд европейских стран. Конструкция сепаратора многие годы совершенствовалась. В настоящее время различные конструкции сепараторов используются не только для получения сливок средней (20–35%), но и высокой жирности (65–83%); для нормализации молока (сепаратор-кларификатор), для очистки молока (сепаратор-молокоочиститель), появились саморазгружающиеся центробежные молокоочистители, бактериофуги и универсальные сепараторы для переработки подогретого и холодного молока трех (сливкоотделение, нормализация и очистка) и четырех (сливкоотделение, нормализация, очистка и гомогенизация) назначений. Сейчас применяются сепараторы с программным управлением, а также сепараторы специального назначения – для сепарирования пахты, сыворотки, творожной массы, получения рафинированного молочного сахара, для рафинирования масла.

Процесс разделения молока на сливки и обезжиренное молоко под действием центробежной силы моделируется уравнением Стокса:

$$\upsilon = \frac{2}{9}\left(\frac{2\pi}{60}\right)^2 Rn^2 r^2 \frac{\rho_{\text{п}} - \rho_{\text{ж}}}{\mu},$$

где υ *- скорость выделения жировых шариков, см/с; R – средний радиус рабочей части тарелки сепаратора, см; n – частота вращения барабана сепаратора,* c^{-1}; *r – радиус жирового шарика, см;* $\rho_{\text{п}}$ *– плотность плазмы, кг/м*^{3}; $\rho_{\text{ж}}$ *– плотность жира, кг/м*^{3}; μ *– вязкость молока, Па·с.*

Из формулы следует, что скорость выделения жировых шариков из молока находится в прямой зависимости от их размера, от разности плотностей плазмы и жира, от скорости вращения барабана сепаратора, радиуса тарелки сепаратора и обратно пропорциональна вязкости молока. Нагревание молока улучшает условия сепарирования и повышает его эффективность. Оптимальная температура сепарирования 35–45 °С.

При нагревании вязкость молока снижается; радиус жировых шариков увеличивается; разность $\rho_{\text{п}} - \rho_{\text{ж}}$ возрастает, так как коэффициент расширения жира больше, чем плазмы, и плотность жира при нагревании понижается больше и быстрее, чем плотность плазмы.

Повышение температуры сепарирования выше 45 °С нецелесообразно, так как степень обезжиривания молока повышается незначительно, а энергетические затраты требуются большие.

Предельный размер мелких жировых шариков должен составлять приблизительно 0,8–1 мкм: плотность более мелких шариков за счет липопротеиновой оболочки приближается к плотности плазмы, вследствие чего выделить их при обычных скоростях вращения барабана практически невозможно.

Положительно влияет на отделение сливок увеличение частоты вращения барабана сепаратора (n) и среднего радиуса рабочей части тарелки (R): чем больше внутренний диаметр барабана, тем интенсивнее обезжиривание. Этими факторами пользовались для разработки новых конструкций сепараторов.

Наименьший отход жира в обезжиренное молоко происходит при сепарировании парного молока, имеющего наименьшую кислотность, не подвергавшегося ни тепловой (нагревание, охлаждение), ни механической обработке.

Практикой установлено, что при сепарировании молока, подогретого до 35–40 °С, большая степень обезжиривания достигается при получении сливок пониженной жирности 20–30%, меньшая – при жирности 35–45% и выше.

При сепарировании холодного молока на сепараторе обычной конструкции высокая эффективность обезжиривания возможна лишь при значительном снижении производительности. Так, при температуре молока 5 °С производительность сепаратора следует понизить на 50%, при 10 °С – на 30%, при 15 °С – на 20%. С понижением температуры жирность сливок увеличивается. Это связано с тем, что вязкость холодных сливок выше, поэтому они медленнее вытекают из сепаратора и дольше подвергаются воздействию центробежной силы.

Повышение жирности сливок достигается также уменьшением подачи подогретого молока в сепаратор, вследствие более длительного воздействия на молоко центробежной силы.

Наряду с указанным (оптимальным) температурным режимом возможно применение и более высоких температур сепарирования в пределах 60–85 °С. Исследования показали, что при температурах сепарирования выше 40 °С возрастает дробление жировых шариков, увеличивается пенообразование в сливках и обезжиренном молоке, происходит частичная денатурация сывороточных белков и белков оболочек жировых шариков. Эти процессы сопровождаются накоплением большого количества сепараторной слизи. В итоге больше жира отходит в обезжиренное молоко и в пахту при сбивании сливок в масло, больше накапливается сепараторной слизи и чаще приходится останавливать и мыть сепаратор. В то же время повышение температуры позволяет несколько увеличить производительность сепаратора, упростить технологическую

схему, так как сливки и обезжиренное молоко получают пастеризованными. Высокие температуры сепарирования (85–90 °С) необходимы лишь при получении высокожирных сливок (с содержанием жира до 83%) для снижения их вязкости и вытекания из сепаратора при производстве масла поточным методом сепарирования.

Перед сепарированием нежелательно подвергать молоко значительному механическому воздействию – перемешиванию, перекачиванию насосами, встряхиванию, так как при этом происходит дробление жировых шариков и повышение отхода жира в обезжиренное молоко. При длительном хранении молока (до 20 ч) на ферме в охлажденном состоянии возрастает кислотность, вязкость и плотность, что снижает степень обезжиривания молока на 12–17%.

Степень обезжиривания молока при сепарировании зависит от величины жировых шариков: чем они крупнее, тем выше степень обезжиривания. Величина жировых шариков изменяется в зависимости от вида молочного скота (в молоке буйволиц, ячих жировые шарики крупнее), породы коров, периода их лактации, возраста животного и других факторов.

Процесс сепарирования молока основывается на разности плотностей жировых шариков (930 кг/м^3) и плазмы (1036 кг/м^3). Молоко поступает в центральную трубку барабана сепаратора (рис. 2.2). Через отверстия в трубке оно попадает в канальцы тарелкодержателя, затем в отверстия пакета тарелок и далее движется вверх. По мере подъема оно растекается тонкими слоями между тарелками, где под действием центробежной силы жировые шарики, как более легкие, отбрасываются на меньший радиус и собираются на наружной поверхности нижележащей тарелки у оси вращения барабана. Более крупный жировой шарик достигает поверхности нижележащей тарелки быстрее, чем шарик диаметром 2–1,5 мкм. Мелкие шарики не успевают приблизиться к поверхности тарелки и уносятся потоком обезжиренного молока, ухудшается степень обезжиривания. Обезжиренное молоко, как более тяжелая фракция, отбрасывается на больший радиус и устремляется к периферии в грязевое пространство. Во время вращения барабана благодаря одновременному осаждению на стенках тарелок жировые шарики слипаются более быстро, образуя скопления. Скорость сепарирования скоплений жировых шариков значительно выше, улучшаются и результаты сепарирования.

В процессе сепарирования из молока выделяются механические включения. Они откладываются на внутренней поверхности барабана, постепенно заполняя грязевое, а затем и межтарелочное пространство. Проход обезжиренного молока к периферии в этом случае затрудняется, оно поднимается между тарелками и частично выходит через канал для сливок, резко понижая их жирность. Поэтому для сепарирования необ-

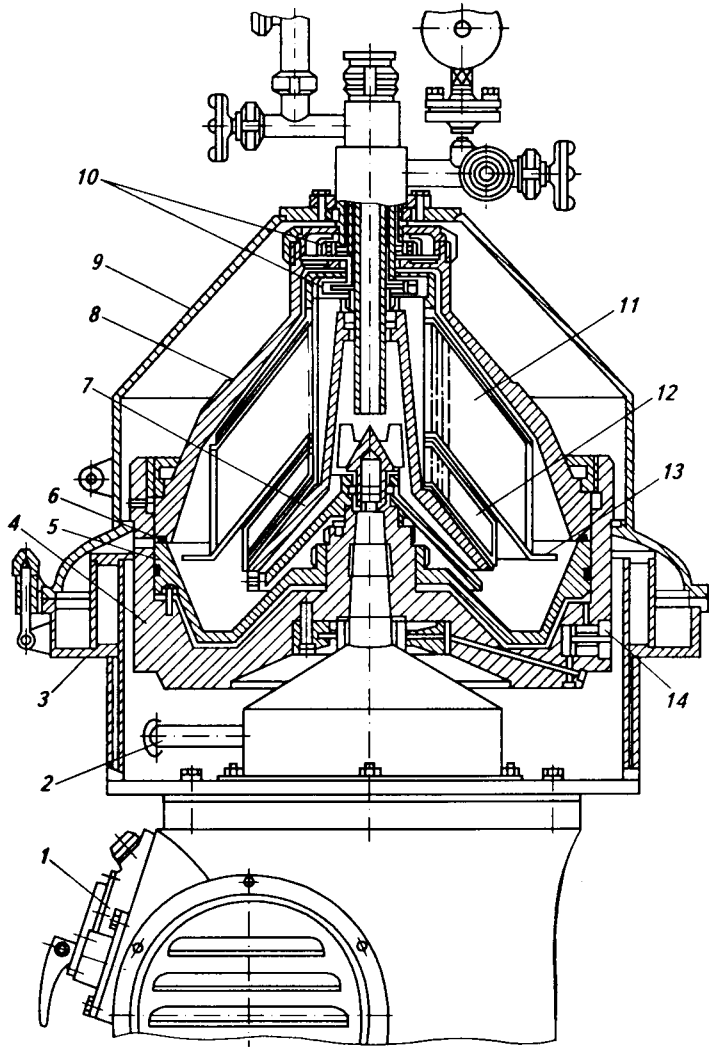


Рис. 2.2. Сепаратор-сливкоотделитель:

1 – станина сепаратора; 2 – трубопровод гидросистемы; 3 – приемник для белкового фугата; 4 – корпус барабана; 5 – подвижное днище барабана; 6 – разгрузочное сопло; 7 – тарелкодержатель; 8 – конус барабана; 9 – кожух сепарирующего устройства; 10 – приемно-отводное устройство; 11 – тарелки сливкоотделителя; 12 – тарелки отделителя казеиновой пыли; 13 – граничная тарелка, разделяющая верхний и нижний пакеты тарелок; 14 – клапан гидросистемы

ходимо использовать предварительно очищенное молоко кислотностью не выше 20 °Т. А при сепарировании загрязненного молока с ручной выгрузкой осадка из грязевого пространства, необходимо через 1–1,5 ч останавливать сепаратор и мыть или заменять грязный барабан чистым.

Применение саморазгружающихся сепараторов позволяет значительно увеличить продолжительность безостановочной работы сепаратора (до 10 ч и более) и сократить трудовые затраты.

С помощью специального винта регулируют величину потоков обезжиренного молока и сливок на выходе из сепаратора, задавая определенную жирность последних.

О результатах сепарирования судят по степени обезжиривания. Допустимое содержание жира в обезжиренном молоке, предусмотренное нормами, составляет не более 0,05%. При использовании современных закрытых сепараторов содержание жира в обезжиренном молоке можно понизить до 0,03–0,01%.

Количество сливок, получаемых при сепарировании, определяется по формуле:

$$К_{сл} = \frac{К_м(Ж_м - Ж_0)(К_п)}{Ж_{сл} - Ж_0},$$

где $К_м$ *– количество молока, кг;* $Ж_{сл}$ *– массовая доля жира в сливках, %;* $Ж_м$ *– массовая доля жира в молоке, %;* $Ж_0$ *– массовая доля жира в обезжиренном молоке,%;* $К_п$ *– коэффициент потерь при сепарировании, определяемый по формуле:*

$$К_п = \frac{100 - п}{100},$$

где п *– нормируемые потери, %.*

Разработана конструкция универсального сепаратора (США) для сепарирования холодного молока. Работа его основана на физико-химических изменениях жировой фазы при охлаждении (М. М. Казанский). При охлаждении молока до 3 °С с выдержкой 10 мин повышается вязкость молока, снижающая скорость передвижения жировых шариков. В жировых шариках происходит отвердевание фосфолипидов в оболочках и более высокоплавких глицеридов в поверхностных слоях глицеридного ядра. В связи с этим уменьшается связь глицеридного ядра с оболочкой, снижается заряд жирового шарика, часть оболочечного вещества переходит в плазму. Создаются условия для образования кучек, скоплений в виде гроздьев, куда вовлекаются и мелкие жировые шарики. Гроздья жировых шариков достигают максимальной величины при температуре молока от 3 до 19 °С. Это обусловливает достижение высокой степени обезжиривания холодного молока до 0,02%. Если молоко охладить до (3±1) °С с вы-

держкой 10 мин, а затем при мягком режиме поднять температуру до (22±3) °С, то степень обезжиривания доходит до 0,01%.

Установлено, что под воздействием электрического тока высокой частоты мельчайшие жировые шарики молока собираются в гранулы, размеры которых допускают использование сепараторов обычного типа. Чтобы добиться максимального выделения жира из молока, установки снабжают устройством для агрегирования шариков молочного жира. Скорость движения молока в устройстве составляет 14 см/с, длительность прохождения – около 5 с. Спустя 60 с от момента выхода молока из установки цепочки шариков молочного жира разрушаются. Применение такой установки позволяет снизить содержание жира в обезжиренном молоке в пять раз.

Гомогенизация

При хранении молока, сливок, выработке сметаны, диетических кисломолочных продуктов на их поверхности образуется сливочный или жировой отстой, а при производстве мороженого – крупинки молочного жира. Это нарушает гомогенность консистенции и снижает потребительские свойства молочных продуктов.

Крупные жировые шарики имеют значительно меньшую плотность по сравнению с плазмой и постепенно поднимаются на поверхность молока. При столкновении с другими шариками они склеиваются (аглютинируют) с ними за счет иммуноглобулинов молока, образуя рыхлые скопления жировых шариков, резко ускоряющие отстаивание жира. Такая аглютинация связана с тем, что у крупных жировых шариков силы сцепления превалируют над силами отталкивания (за счет одноименной отрицательной заряженности жировых шариков). У мелких жировых шариков (диаметром менее 1 мкм) силы электрического отталкивания преобладают над силами сцепления, поэтому они не включаются в скопления жировых шариков и не отстаиваются.

Для получения однородной (гомогенной) дисперсии жировой фазы, не способной к отстаиванию, проводят гомогенизацию путем дробления жировых шариков до размеров около 1 мкм.

Для гомогенизации применяют гомогенизаторы, представляющие собой плунжерные насосы высокого давления. При ходе плунжера создается высокое давление, в результате чего молоко (или смесь) с огромной скоростью продавливается через щель из камеры гомогенизатора (рис. 2.3). По представлению Н. В. Барановского в гомогенизирующем клапане имеется порог резкого изменения сечения потока при переходе из канала седла гомогенизатора в клапанную щель. Это обусловливает резкое изменение скорости потока от нескольких метров в секунду до

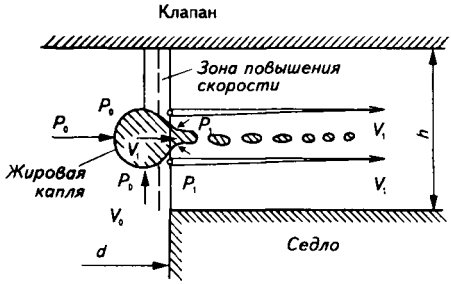


Рис. 2.3. Схема диспергирования жирового шарика в клапанной щели гомогенизатора

нескольких сотен метров в секунду. При входе в клапанную щель скорость потока молока резко возрастает.

Крупный жировой шарик, проходя через щель с огромной скоростью, вытягивается в цилиндр, который дробится на мелкие жировые капли, сразу же покрывающиеся белковой оболочкой за счет белков плазмы. Кроме градиента скорости на диспергирование жирового шарика в зоне перехода оказывает влияние и разность давлений в канале и клапанной щели. При большой разности в скоростях дробление шарика может проходить путем последовательного отрыва частиц без промежуточного растягивания в цилиндр.

Кроме гомогенизаторов клапанного типа применяют центробежные гомогенизаторы-кларификаторы, которые имеют специальную камеру с гомогенизирующим неподвижным диском. В одном аппарате происходит очистка и гомогенизация молока.

При гомогенизации вязкость возрастает в связи с увеличением количества жировых шариков и адсорбцией на них белковых компонентов.

Стабильность жировой фазы молочной смеси после гомогенизации значительно повышается, а белковой – снижается, особенно при высоком содержании жира.

Давление и температура при гомогенизации избираются в зависимости от массовой доли жира в смеси. Чем выше жирность смеси, тем ниже должно быть давление. Так, при гомогенизации молока и низкожирных сливок (10–12%) при температуре не ниже 70 °С применяют давление 10–15 МПа, при выработке сметаны 25–30%-ной жирности – 9–10 МПа. Это связано с тем, что при повышенном содержании жировых шариков в смеси после гомогенизации они образуют скопления – гроздья, которые нарушают гомогенность консистенции. Агрегированию жировых шариков способствует гидрофобизация их поверхности. Фосфолипидов и оболочечных белков недостаточно в молоке, чтобы покрыть поверхность вновь образованных жировых шариков. Этот дефицит поверхностно-активных оболочечных белков частично восполняют белки плазмы. Жировые шарики с частично гидрофобной поверхностью обла-

дают повышенной межмолекулярной силой сцепления. При столкновении таких шариков образуются рыхлые их скопления (агрегаты). Возможно даже слияние отдельных шариков в крупные жировые шарики. Поэтому для получения гомогенной консистенции продукта давлением регулируют степень дробления и количество вновь образующихся жировых шариков.

Для получения стабильной дисперсии жировой фазы гомогенизированной смеси должно быть достаточное количество оболочечного вещества для быстрого образования оболочек вновь возникающих жировых шариков. Установлено, что для этого должно быть соотношение СОМО/жир выше 0,6–0,85.

При производстве мороженого, смеси которого имеют повышенное содержание СОМО, т. е. белков, практикуют двух- и трехступенчатую гомогенизацию. На первых ступенях проводят гомогенизацию при высоких давлениях (12–14 МПа) для большего диспергирования жировой фазы, а на последней ступени применяют низкое давление для разрушения рыхлых агрегатов (скоплений) жировых шариков. Этим достигается высокая степень дисперсности жировой фазы, хорошая взбитость и гомогенность консистенции мороженого.

При температуре гомогенизации ниже (53±5) °С идет интенсивная агрегация и комкование жировых шариков. Оптимальные температуры гомогенизации избираются в зависимости от содержания жира и СОМО в смеси, но не ниже 70–75 °С.

После гомогенизации снижается термоустойчивость молочных эмульсий, особенно с повышенным содержанием жира. Поэтому гомогенизацию обычно проводят после пастеризации смеси.

Гомогенизация оказывает влияние на изменение физико-химических свойств белков и солей и технологических свойств молочных смесей. В результате увеличивается выход творога и сыров, уменьшаются потери жира в сыворотку, улучшается их консистенция, снижается усушка сыра на 1,5–2% и снижается норма расхода сырья на 5%.

Интенсифицировать процесс дробления жировых шариков можно с помощью акустических методов, в частности ультразвуковых колебаний. Основные типы излучателей ультразвуковых колебаний – это пьезоэлектрические вибраторы, магнитострикционные вибраторы, гидродинамические преобразователи и др. Использование акустических методов для диспергирования жира сдерживается возможностью образования токсинов при обработке молочных смесей.

Гомогенизирующий эффект можно получить также в результате электрогидравлической обработки. При создании мощных электрических разрядов тока высокого напряжения в молоке могут быть достигну-

ты импульсивные сверхвысокие давления (порядка 10000 МПа). Электрогидравлический удар в сочетании с повышением температуры вызывает диспергирование шариков в молоке. Эти методы находятся в стадии доработки.

Мембранные методы обработки

В последние годы находят широкое применение мембранные методы обработки молока, сыворотки и другого молочного сырья. Сыворотка или молоко под давлением пропускается через полупроницаемые мембраны, происходит разделение на концентрат и проникающий через поры мембраны пермеат. Различают три основных вида мембранного разделения: микрофильтрацию, ультрафильтрацию и обратный осмос (табл. 2.1). Через полупроницаемую мембрану под давлением проталкивается жидкий продукт. Мембрана полностью задерживает частицы продукта, диаметр которых больше, чем размеры ее пор, также они могут задерживаться мембраной за счет электростатических и ван-дерваальсовых сил.

Результат этого взаимодействия, а, следовательно, и доля задерживаемых частиц и молекул, в значительной мере зависят от pH среды, ионной силы, прилагаемого давления и величины потока разделяемой жидкости.

Микрофильтрация осуществляется при диаметре пор мембран более 10^4 нм и рабочем давлении 0,2–0,3 МПа, ультрафильтрация – 40–50 нм и 0,2–1,0 МПа, обратный осмос – 1–3 нм и 3,5–8,0 МПа соответственно.

2.1. Характеристика баромембранных процессов разделения молока

Показатель	Микрофильтрация	Ультрафильтрация	Обратный осмос
Средний диаметр частиц, мкм	10 – 0,1	0,1 – 0,003	0,003 – 0,0001
Рабочее давление, МПа	0,02 – 0,2	0,2 – 1,0	3,5 – 8,0
Частицы концентрата	Микрочастицы	Макромолекулы, коллоидные частицы	Гидратированные ионы
Задерживаемые частицы	Кишечная палочка, стафилококки, молочнокислые бактерии	Сывороточные белки, мицеллы казеина, бактериофаги	Ионы натрия, калия, кальция
Загрязнения полупроницаемых мембран	Осадок микрочастиц	Гель	Слой слаборастворимых солей

При микрофильтрации концентрируются микрочастицы, задерживаются кишечная палочка, стафилококки, молочнокислые бактерии; при ультрафильтрации в концентрате – макромолекулы, коллоидные частицы, сывороточные белки, мицеллы казеина, бактериофаги; при обратном осмосе – в концентрате гидратированные ионы, а также ионы натрия, кальция, калия.

Методы мембранного разделения используются в производстве многих молочных продуктов.

Большие возможности получения молочных продуктов повышенной биологической и пищевой ценности представляет ультрафильтрационная обработка. Это могут быть новые, оригинальные изделия или продукты традиционного ассортимента, но с обогащенным вкусом, улучшенной консистенцией и т. д.

Ультрафильтрационные мембраны задерживают сывороточные белки, мицеллы казеина и другие высокомолекулярные соединения молока. Простые молекулы, а также гидратированные ионы кальция, натрия, калия и т.п. могут быть отделены от твердой фазы молока лишь при обратном осмосе.

Обратноосмотическая обработка молока и молочных продуктов в основном используется для концентрирования, однако, возможны и другие области применения. Предварительное удаление половины водной фазы молока и сыворотки на обратноосмотической установке позволяет в 14 раз снизить энергозатраты и в 2,5–3,0 раза увеличить производительность вакуум-выпарных установок по выпуску сгущенных молочных продуктов.

Применение агрегатов с мембранами 3-го поколения для изготовления жидких концентратов обычной и гидролизованной сыворотки целесообразно на заводах малой мощности и предприятиях с недостаточным обеспечением паром. В дальнейшем эти концентраты транспортируют на специализированные заводы. Направления использования продуктов УФ-обработки и достоинства этого метода приведены в табл. 2.2, 2.3.

Потенциально баромембранная обработка молока и молочных продуктов позволяет создавать широкую гамму специальных технологических процессов. В качестве примеров, в частности, можно назвать:

– деминерализацию соленой сыворотки методом нанофильтрации («свободного» обратного осмоса), при котором удаляется 98% ионов натрия и калия, 20% ионов кальция, а удерживаются все 98% лактозы;

– очистку рассола в сыроделии от нежелательных микроорганизмов и других загрязнений;

– концентрирование биомассы молочнокислых микроорганизмов при производстве заквасок и бактериальных препаратов;

2.2. Направления использования концентрата, полученного при УФ-обработке молочного сырья

Вид обработки	Область применения	Достоинства метода
УФ-обработка цельного молока при факторе концентрации менее 2	Производство сычужных сыров по традиционной технологии	Увеличение выхода готового продукта на 1–3%. Экономия молоко свертывающего фермента 20–80%. Стабилизация технологический процессов изготовления сыра и качества зрелых сыров
	Производство кисломолочных продуктов	Улучшение консистенции и предотвращение выделения сыворотки. Повышение пищевой ценности
УФ-обработка цельного и обезжиренного молока при факторе концентрации более 2	Производство творога, мягких и рассольных сыров	Увеличение выхода на 8–20%. Снижение расхода молоко свертывающего фермента. Получение менее кислой сыворотки
УФ-обработка сыворотки	Добавление к цельному питьевому молоку	Повышение биологической и пищевой ценности питьевого молока. Приближение по составу к женскому молоку
	Введение в состав кисломолочных продуктов	Стабилизация белковой системы, связывание водной фазы. Повышение биологической и пищевой ценности
	Производство сметаны	Достижение плотной консистенции при пониженной жирности. Повышение потребительской ценности
	Выпуск плавленых сыров	Улучшение консистенции и вкуса
	Приготовление напитков, жидких основ и сухих концентратов для напитков.	Использование компонентов сыворотки в пищевых целях. Обогащение вкуса напитков.
	Производство заменителей цельного молока	Высвобождение ресурсов обезжиренного молока для производства продуктов питания
	Производство майонеза	Улучшение качества. Рациональное использование компонентов молока. Повышение усвояемости белковой части хлебобулочных изделий
	Использование при производстве кондитерских и хлебобулочных изделий	
УФ-обработка пахты	Производство сметаны	Улучшение консистенции и вкуса
	Изготовление низкокалорийных разновидностей сливочного масла	Сохранение вкусового букета сливочного масла традиционного состава

Примечание. Концентрат, полученный из творожной сыворотки, при добавлении к цельному молоку и в производстве сметаны, майонеза, кондитерских изделий необходимо дополнительно подвергать электродиализной обработке.

2.3. *Направления использования ультрафильтрата, полученного при УФ-обработке молочных продуктов*

Вид обработки	Область применения	Достоинства метода
УФ-обработка цельного и обезжиренного молока, пахты и подсырной сыворотки	Производство напитков и сиропа	Использование компонентов молока для выпуска продуктов питания при экономном расходовании энергоресурсов. Совпадение максимума в объемах получения сыворотки с периодом наибольшего потребления напитков
	Изготовление молочного сахара	Хорошая степень отделения сыворотки от белков и других несахаров и в результате высокое качество готового продукта
	Производство кондитерских и хлебобулочных изделий	Рациональное использование углеводов молока
УФ-обработка творожной сыворотки	Изготовление глюкозо-галактозных сиропов с использованием иммобилизованной бета-галактозидады	Замена в мороженом, сгущенном молоке и других пищевых продуктах сахарозы, снижение вероятности появления кариеса зубов у потребителей. Удешевление готовой продукции
	Производство напитков и сиропов	Использование компонентов молока для выпуска продуктов питания при экономном расходовании энергоресурсов

– изготовление молочного сахара методом непосредственной сушки деминерализованного ультрафильтрата сыворотки (рис. 2.4), что увеличивает выход готового продукта в 1,5–1,7 раза;

– получение сывороточных белковых концентратов (рис. 2.5), способных улучшать консистенцию и вкус традиционных молочных продуктов (кефира, сметаны, плавленых сыров, мороженого), а также повышать биологическую и пищевую ценность детских молочных смесей.

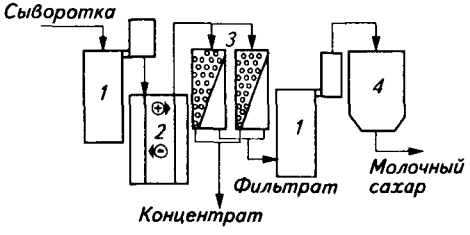


Рис. 2.4. Изготовление молочного сахара сушкой деминерализованного ультрафильтрата: *1 – вакуум-выпарная установка; 2 – электродиализатор; 3 – ультрафильтрационная установка; 4 – распылительная сушилка*

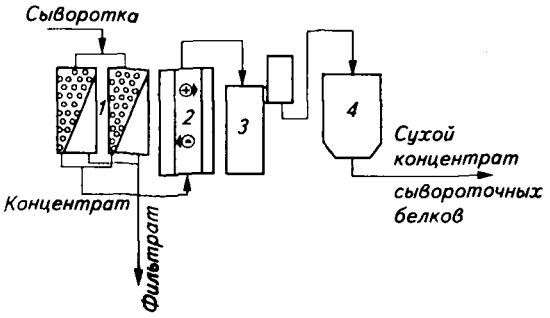


Рис. 2.5. Получение сывороточных белковых концентратов:
1 – ультрафильтрационная установка; 2 – электродиализатор; 3 – вакуум-выпарная установка; 4 – распылительная сушилка

Баромембранные процессы осуществляются на специальных установках. Наибольшее распространение получили пластинчато-рамные, трубчатые, капиллярные и спиральные конструкции фильтрационных модулей, которые представляют собой главный элемент этих установок. Технологические возможности фильтрационного оборудования в значительной мере зависят от типа применяемых мембран (табл. 2.4).

Мембраны 1-го и 2-го поколений требуют наличия специальных ионообменников для снижения концентрации ионов железа, марганца, а также для уменьшения общей жесткости промывной воды. Кроме того, для очистки ацетатцеллюлозных мембран от остатков белка в состав моющих средств необходимо включать протеолитические ферменты.

Основные показатели полупроницаемых мембран, интересующие технолога, – селективность и проницаемость.

2.4. Характеристика фильтрационных мембран

Показатель	Поколение фильтрационных мембран		
	первое	второе	третье
Основной материал мембран	Ацетатцеллюлоза	Полисульфон	Металлокерамика
Верхний предел рабочей температуры, °С	50	95	140
Допустимый интервал pH	3–6	2–12	1–14
Ограничение по концентрации ионов металлов (железа, марганца и др.) в промывочной воде	Есть	Есть	Отсутствует
Прочность	Слабая	Удовлетворительная	Высокая

Селективность – B, % – характеризует избирательную способность мембран пропускать частицы определенного компонента и определяется по выражению:

$$B = \frac{100(c_1 - c_2)}{c_2},$$

где c_1 и c_2 – концентрация разделяемого компонента в исходной жидкости и в ультрафильтрате, г/л.

Проницаемость – g, кг/(м^2·ч) – характеризуется их удельной производительностью и определяется по формуле:

$$g = \frac{G}{s\tau},$$

где G – количество разделяемой жидкости, кг; s – рабочая поверхность мембраны, м^2; τ – продолжительность разделения, ч.

Дезодорация и аэрация молочного сырья

Поступающие на переработку молоко и сливки иногда имеют посторонние привкусы и запахи различной степени выраженности. При переработке они переходят в молочные продукты и иногда становятся более выраженными.

Для удаления посторонних привкусов и запахов в зависимости от их природы и выраженности молочное сырье подвергают обработке методами аэрации, дезодорации и вакреации.

Слабые кормовые запахи, обусловленные абсорбцией, как, например силосный, можно удалить аэрацией. Для этого через тонкий слой нагретого молока или сливок продувают чистый воздух или проветривают при их стекании по открытой поверхности оросительного охладителя. Обычная пастеризация молочного сырья, особенно высокотемпературная, значительно ослабляет посторонние привкусы.

Существуют специальные аппараты – дезодораторы и вакреаторы, в которых в условиях разрежения осуществляется паровая дистилляция из сливок летучих пахнущих веществ, образующих с водяным паром азеотропные смеси. Эти смеси кипят при температуре ниже температуры воды, вследствие чего облегчается их удаление.

Для обработки сливок применяют вакуум-дезодорационные установки РЗ-ОДА, ОДУ-2, ОДУ-3 (рис. 2.6). Нагретые до 70–80 °С сливки в потоке подают в вакуум-дезодорационную камеру, где при разрежении 0,04–0,06 МПа кипят в течение 4–5 с при 65–70 °С. Вместе с соковыми парами из сливок удаляются летучие вещества, придающие им посторонний запах.

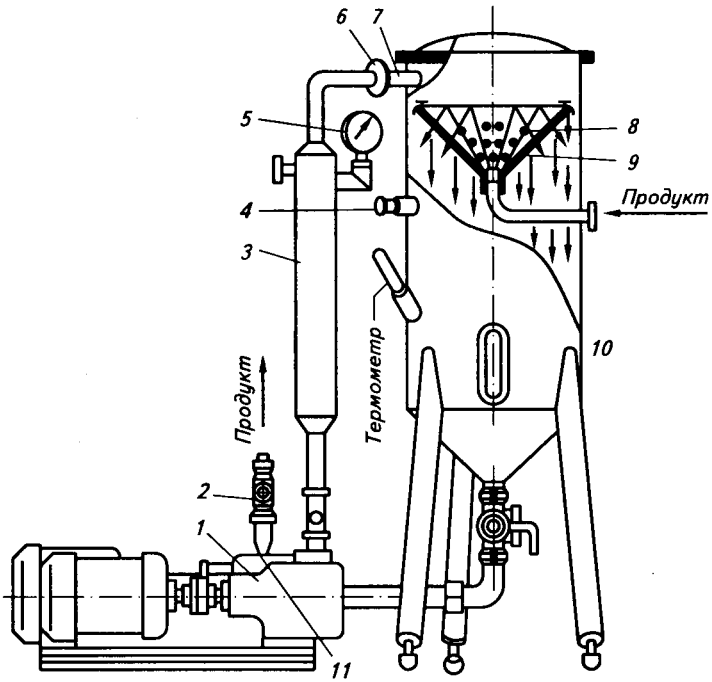


Рис. 2.6. Схема вакуум-дезодорационной установки ОДУ-3:
1 – вакуумный насос, 2 – обратный клапан, 3 – конденсатор, 4 – воздушный клапан, 5 – вакуумметр, 6 – плоский обратный клапан, 7 – штуцер для отвода газов, 8 – перфорированная камера, 9 – патрубок для подачи дезодорируемой жидкости, 10 – вакуум-дезодорированная камера, 11 – насос для продукта

Удаление летучих веществ из молочного сырья вместе с соковыми парами происходит в соответствии с законом Рауля. Степень удаления летучих веществ зависит от величин их молярной доли и давления их паров, обусловленного температурой кипения:

$$p_{\text{п}} = pN,$$

где $p_{\text{п}}$ – парциальное давление паров летучих веществ; p – давление паров летучих веществ при данной температуре; N – молярная доля летучих веществ в растворе.

При наличии высокомолекулярных соединений, температура кипения которых выше температуры кипения воды, существенной дезодорации молочного сырья не происходит. Поэтому запахи лука, чеснока, химикатов и нефтепродуктов при дезодарации не удаляются.

Интенсивность кипения сливок в дезодорационной камере и удаления посторонних привкусов достигается при достаточной разнице меж-

ду температурами сливок до и после кипения, последняя обусловлена степенью разрежения. Этот процесс обычно регулируют повышением температуры сливок на входе в камеру, так как повышение разрежения приводит к чрезмерному удалению ароматических веществ из сливок, обусловливающих их специфический вкус.

Для более полного удаления кормовых привкусов дезодорацию проводят при температуре 92–95 °С и разрежении в осенне-зимний период 0,02–0,04, в весенне-летний 0,01–0,03 МПа. Такие режимы оказывают отрицательное влияние на жировую дисперсию и плазму сливок.

Для повышения эффективности дезодорации предлагают разбрызгивание сливок в слое инертных (из фторопласта) шарообразных тел с предварительным введением в сливки $(NH_4)_2CO_3$ в количестве 0,02%, способствующем повышению термоустойчивости сливок.

Для устранения кормовых привкусов широко применяется вакреация, в процессе которой сливки распыляются под вакуумом и обрабатываются паром. В производстве обычно применяют трехкамерные вакреаторы. В первой камере сливки подвергаются высокотемпературной пастеризации под разрежением. При этом давление поддерживается в пределах от 0,06 до 0,08 МПа при температуре пара от 88 до 93 °С. Во второй камере вследствие дистилляции пара сливки дегазируются при давлении от 0,05 до 0,061 МПа и температуре 71–82 °С. В третьей камере сливки окончательно дегазируются при остаточном давлении 10,1–15,2 кПа. По выходе из вакреатора их немедленно охлаждают, чтобы предотвратить вытапливание жира. После вакреации и дезодорации сливки приобретают «пустой вкус», так как из них удаляются и нужные ароматические вещества. Их восстанавливают повторной пастеризацией при температуре 95 °С для восполнения утраченных вкуса и естественного запаха.

Масло из дезодорированных или вакреированных сливок приобретает излишне твердую консистенцию, в большей степени склонно к окислению. Поэтому дезодорацию и вакреацию сливок следует применять только при необходимости.

Глава 3. Инактивация посторонней микрофлоры и предохранение от порчи молока и молочных продуктов

Биологические принципы обработки молочного сырья

Молоко является прекрасной питательной средой для развития микроорганизмов, вызывающих порчу продукта.

Методы защиты пищевых продуктов от ферментов и микрофлоры основаны на трех биологических принципах по классификации проф. Я. Я. Никитинского.

Биоз – поддержание жизненных функций в продукте и использование его естественных возможностей. Биоз не является методом консервирования в обычном понимании. Он сводится к осуществлению мер, обеспечивающих кратковременную сохранность продукта, в нашем случае – молока. Эти меры сводятся к соблюдению санитарно-гигиенических условий получения микробиологически чистого молока, что продлевает его сохранность путем увеличения продолжительности бактерицидной фазы молока, препятствующей развитию в нем микрофлоры.

Консервирование молока основано на двух принципах: абиозе и анабиозе. Методы консервирования основаны на смешанных принципах при преобладании одного из них.

Абиоз – отсутствие жизни, то есть полное прекращение всех жизненных процессов в микроорганизмах.

Для инактивации микроорганизмов и ферментов (абиоза) отдельно или совместно могут быть использованы ультразвуковые колебания, ионизирующее излучение, антибиотики, химические вещества и тепловое воздействие.

В результате происходит стерилизация, гибель вегетативной и споровой микрофлоры.

Ультразвуковые колебания воздействуют не только на микрофлору, ферменты, но и на компоненты молока. Поэтому применение ультразвуковой обработки для консервирования молока проводится при обязательном соблюдении оптимальных параметров, не вызывающих существенных химических, питательных и вкусовых изменений продукта. Однако чувствительность различных бактерий к звуковым волнам колеблется в больших пределах. Это ограничивает использование ультразвука для инактивации микрофлоры.

В настоящее время в молочной промышленности используются гидродинамические вибраторы, работающие в бескавитационном режиме (при давлении не более 0,3 МПа). Они вызывают физиологические изменения в микроорганизмах, разрушают их оболочки, «расшатывают» элементы клеточных структур.

Для стерилизации применяют ионизирующее излучение, которое в зависимости от длины волны делится на коротковолновое, ультрафиолетовое и лазерное. Коротковолновые ионизирующие излучения (менее 10 нм) характеризуются большой энергией квантов, различные микроорганизмы реагируют на них неодинаково. Ионизирующее излучение применяют для консервирования в случае, если оно поглощается молоком.

Для инактивации ферментов требуются большие дозы излучения. Наибольшему воздействию подвергается белковый комплекс, от него отщепляются кальций, магний и фосфор. При этом значительно повышается вязкость и снижается растворимость молока.

Ионизирующее излучение может вызывать нежелательные физико-химические изменения компонентов молока, поэтому его можно применять лишь в сочетании с другими видами стерилизации. При стерилизации молока УФ-излучением ухудшается его вкус и запах молока.

Возможно использование лазерного излучения для нетепловой стерилизации молока (С. Ф. Антонов и др.). Тепловой эффект электромагнитного излучения высокой частоты также вызывает инактивацию микроорганизмов.

Пищевые антибиотики применяют в дополнение к основному способу консервирования. Чаще всего используют низин, который не действует на плесени и дрожжи, антибиотически активен к бактериям в зависимости от pH среды. Он понижает термоустойчивость спор бактерий, благодаря чему повышается эффективность тепловой стерилизации, что позволяет смягчить режимы стерилизации в производстве сгущенного стерилизованного молока. В нашей стране законодательством разрешается применение низина.

Химическая стерилизация молока ограничена, так как вызывает его порчу. Только сорбиновая кислота и ее соли, которые оказывают сильное ингибирующее действие на дрожжи и плесени, используются в молочной промышленности. Они не имеют вкуса и запаха, не токсичны для человека. В организме сорбиновая кислота окисляется с образованием безвредных веществ.

В молочной промышленности сорбиновую кислоту и низин применяют совместно для инактивации широкого спектра микрофлоры. Однако и такая комбинация используется как вспомогательное средство стерилизации.

Наибольшее распространение в молочной промышленности получила стерилизация тепловой обработкой.

На абиозе основано производство сгущенных стерилизованных молока и сливок.

Анабиоз (от греческого слова – оживление) – это такое состояние микроорганизма, при котором жизненные процессы его настолько подавлены и замедлены, что отсутствуют все видимые проявления жизни.

Микроорганизмы, находящиеся в состоянии анабиоза, при благоприятных условиях восстанавливают нормальную жизнедеятельность.

Основной причиной наступления анабиоза является потеря воды протоплазмой клеток организма при воздействии высокой температуры, замораживании или повышении концентрации осмолитиков в окружающей среде.

Обмен веществ в любом организме протекает только при наличии воды. Вода является средой, в которой растворены питательные вещества, используемые клеткой для получения энергии или для синтеза протоплазмы. Вода также участвует во многих химических реакциях, необходимых для жизненных процессов. С водой удаляются продукты распада, образующиеся при обмене веществ.

Принцип анабиоза используют для консервирования молока и молочных продуктов охлаждением, замораживанием свободной воды и повышением осмотического давления в продукте.

Это основано на понижении активности воды до уровня, при котором развитие микроорганизмов становится невозможным или значительно подавляется. При пониженных температурах сильно замедляются биологические и биохимические процессы. Это обусловлено известной зависимостью скорости химических реакций от температуры, а также состояния цитоплазмы – носителя жизненных функций клетки. Под влиянием холода проницаемость протоплазмы снижается. Вследствие этого замедляется обмен веществ, снижается поступление в клетку кислорода извне через сузившиеся поры протоплазменной мембраны, уменьшается массообмен между клеткой и средой, снижается активность ферментов – жизнь клетки замирает, не прекращаясь совсем, клетка впадает в состояние анабиоза.

При отогревании биологические и биохимические процессы в микробной клетке восстанавливаются, клетка оживает.

Охлаждение молока и молочных продуктов до низких положительных температур 1–5 °С резко снижает развитие микробов, особенно молочнокислых, значительно продлевая бактерицидную фазу молока и продолжительность его хранения.

Организмы после анабиоза способны оживать, если в них сохранилось не менее 1/4 части воды, когда нет полного промерзания, и когда тканевые жидкости остаются при низких температурах в переохлажденном жидком состоянии. Кристаллики льда вызывают необратимые изменения клетки организма. Быстрое охлаждение до температур –90 ...–160 °С при-

водит к получению стеклоподобной формы воды, которая не разрушает клетку, способную к оживлению.

При замораживании по мере снижения температуры продукта молекулы воды сближаются, силы их взаимного притяжения увеличиваются, слабеет броуновское движение. Когда энергия молекул воды становится ниже уровня их постоянной ориентации, начинается кристаллообразование с выделением теплоты кристаллизации 335 кДж · моль$^{-1}$. При этом устойчивость продукта к микробной порче повышается. По Скотту, активность воды $a_в$ определяется как отношение давления пара над водным раствором к давлению пара чистой воды при той же температуре:

$$a_в = p \cdot p_0^{-1},$$

где p – давление пара над водным раствором, Па; p_0 – давление пара чистой воды, Па.

Активность воды является основным фактором регулирования взаимоотношений микроорганизмов с водой. Минимум влаги, необходимый для жизнедеятельности микроорганизмов, и соответствующая ему активность воды составляют для бактерий 20–30% при $a_в$ не ниже 0,94–0,9, дрожжей и плесеней – 11–13% при $a_в$ не ниже 0,88–0,8. Некоторые организмы размножаются при активности воды, близкой к 0,73. Можно считать, что при активности воды менее 0,7 пищевые продукты сохраняются длительное время.

Активность воды уменьшается с понижением температуры: при –5 °С она составляет 0,9526; при –10 °С – 0,9074; при –15 °С – 0,8642.

Температуру замораживания избирают на основе отношения всех микроорганизмов молока к активности воды. Бактерии обладают высокой стойкостью к низким температурам.

При замораживании погибает 50–90% исходного количества всех микробов.

Известно, что активность воды при растворении в ней различных веществ уменьшается, осмотическое давление раствора повышается:

$$П = \left(\frac{RT}{V_1}\right) \ln a_в,$$

где $П$ – осмотическое давление; V_1 – молярный объем растворителя.

В цельном молоке осмотическое давление в среднем составляет 0,6–0,7 МПа, при котором микрофлора активно развивается. Для эффективного консервирования молока активность воды должна быть не выше 0,6–0,65, а соответствующее ей осмотическое давление 16–18 МПа. Такое осмотическое давление обеспечивается введением в продукт сахарозы, которая легко растворима и не вступает в реакцию с компонентами молока.

На анабиозе основано получение сгущенных молочных консервов с сахаром и без сахара.

Тепловая обработка молока

Тепловая обработка (нагревание и охлаждение) молока являются основной и обязательной технологической операцией в производстве питьевого молока и молочных продуктов.

Молоко и молочные продукты представляют собой прекрасную питательную среду для развития микроорганизмов. Развитие микробов в молоке приводит к изменению химического состава, свойств молочных продуктов, вызывая в них различные пороки. Кроме того, через молоко и молочные продукты могут передаваться различные заболевания (туберкулез, тиф, дизентерия, холера, дифтерит и др.).

Температура – один из главных факторов, влияющих на жизнедеятельность микроорганизмов. Изменяя ее, можно создать благоприятные или, наоборот, неблагоприятные условия для их развития.

Основная цель нагревания – инактивировать имеющиеся в продукте микрофлору и ферменты и в сочетании с охлаждением предохранить от порчи при хранении. Обработка нагреванием обеспечивает безопасность потребления и высокие вкусовые качества продукта, является наиболее эффективным, экономичным и простым методом обработки молока. Регенерация тепла в современных пластинчатых аппаратах достигает 90%.

В молочной промышленности широко используются два основных вида тепловой обработки молока – *пастеризация* и *стерилизация*.

Пастеризация названа по имени французского ученого Луи Пастера. Использование пастеризации для молока предложено на основании исследований И. И. Мечникова. В основе бактерицидного действия высоких температур на микробные клетки лежит повреждение рибосом, денатурация ферментных и мембранных белков. Для гибели микробных клеток необходимо определенное время τ, которое уменьшается с повышением температуры. Это время затрачивается на прогрев бактериальной клетки, а затем на протекание сложных биологических процессов, вызывающих прекращение жизнедеятельности микроорганизма. Суммарный эффект фактического температурного воздействия, который может быть обозначен Sdt, должен превышать τ. Их безразмерное отношение предложено рассматривать как критерий Пастера:

$$\text{Pa} = \frac{dt}{\tau}$$

Пастеризацию можно считать достигшей цели при условии $\text{Pa} \geq 1$.

Кроме температуры, инактивация микроорганизмов зависит от активности воды. В цельном и обезжиренном молоке, пахте и сыворотке

активность воды находится на высоком уровне. Но в этих же продуктах после их сгущения, в смеси для мороженого, в чеддеризованной сырной массе, плавленном сыре, в сгущенном молоке с сахаром значительная часть влаги находится в связанном состоянии и активность воды понижена. Это способствует повышению сопротивляемости микроорганизмов воздействию высокой температуры.

Перевод pH молочной плазмы из оптимального для бактерий интервала в экстремальные диапазоны усиливает ингибирующее действие температуры на микробы.

Степень механической загрязненности влияет на эффективность пастеризации. Чем крупнее посторонние частицы и чем их больше в молоке, тем больше они защищают микроорганизмы от теплового воздействия.

Эти факторы учитывают при выборе режимов пастеризации.

При пастеризации необходимо достигнуть снижения численности популяции микроорганизмов до необходимого уровня. Это условие определяется выражением:

$$N_к \leq Me,$$

где $N_к$ – конечная численность микробного биоценоза в молочном продукте; Ме – *число Мечникова (обусловленный технологическими и экономическими условиями минимум микробной популяции).*

Необходимый минимум численности бактерий обеспечивается регулированием времени выдержки, а в допустимых случаях – и температуры пастеризации.

При пастеризации происходит в той или иной мере изменение нативных свойств компонентов молока. Поэтому режимы пастеризации избирают в зависимости от технологических требований вырабатываемых молочных продуктов. Применяются следующие режимы: длительная пастеризация при температуре 63–65 °С, с выдержкой 30 мин; кратковременная при 72–76 °С, с выдержкой 15–20 с; моментальная при температуре 85 °С и выше без выдержки, а для некоторых продуктов – с выдержкой.

В процессе пастеризации погибают только вегетативные формы бактерий. Споры некоторых видов и отдельные теплостойкие бактерии не уничтожаются; в результате пастеризации снижается лишь их активность или задерживается прорастание. Уничтожить споры можно нагреванием молока до температуры выше 100 °С (стерилизацией) или многократной пастеризацией (тиндализацией), т. е. пастеризацией, чередующейся с выдержками при оптимальных температурах прорастания спор.

Бактерицидное действие пастеризации определяется эффективностью уничтожения возбудителя туберкулеза, обладающего высокой

тепловой устойчивостью благодаря наличию восковидной плотной оболочки (*Mycobact. tuberculosis*).

Почти половина молока показывала наличие туберкулезной палочки после пастеризации. Это указывает на то, что принятые тепловые режимы в промышленности премлемы для молока, полученного заведомо от здоровых коров. Поэтому тепловые режимы пастеризации следует ужесточить для молока 3 и 4 групп по бактериальной обсемененности и 3 группы по механической чистоте.

Так как выявить туберкулезную палочку сложно, то на производстве об эффективности пастеризации судят по уничтожению не менее термоустойчивой кишечной палочки (*E. coli*). Эффективность пастеризации (степень уничтожения микроорганизмов) на современных теплообменных аппаратах достигает 99,99%. Теоретические основы пастеризации молока разработаны Г. А. Куком. Их основные положения таковы: подавление микроорганизмов и изменение физико-химических свойств молока при воздействии температуры пастеризации протекают во времени; термостойкость микроорганизмов зависит от среды, в которой они находятся.

Установлено, что между температурой пастеризации t и длительностью ее воздействия Z существует функциональная зависимость, выражающаяся уравнением Дельберга-Кука:

$$\ln Z = 36{,}84 - 0{,}48 \cdot t,$$

где 36,84 и 0,48 – постоянные величины.

Значение Z быстро падает при повышении температуры даже в нешироких пределах. Режимы пастеризации, установленные по этой формуле, гарантируют микробиологическую чистоту молока.

При выборе производственных режимов пастеризации учитывают загрязненность молока (ужесточают режимы), особенности технологии получения молочного продукта. Так, для питьевого молока принят режим 73–74 °С с выдержкой 20 с, для кисломолочных диетических напитков – 85–87 °С с выдержкой 5–15 мин; при изготовлении сычужных сыров – 72– 76 °С, чтобы не допустить денатурации сывороточных белков, и т. д.

После пастеризации молоко охлаждают в зависимости от технологии производства продукта, например, для кисломолочных – до 24–32 °С. А если молоко потребуется резервировать до его переработки, то охлаждают до 2–8 °С во избежание развития вторичной микрофлоры, попавшей в молоко после пастеризации.

Наибольшее распространение для проведения пастеризации получили пластинчатые аппараты.

Типовая пастеризационно-охладительная установка состоит из пластинчатого теплообменника с пятью секциями, выдерживателя, се-

паратора-молокоочистителя, питательного насоса, сосуда с регулируемым уровнем поступающего молока, системы приготовления и подачи горячей воды, системы автоматизированного контроля и управления.

В специальном выдерживателе молоко задерживается на определенное время для полной инактивации вегетативной микрофлоры, после чего начинается процесс охлаждения, сначала в секции регенерации, а затем в секции водяного и рассольного охлаждения.

Важная роль отводится возвратному клапану, который направляет молоко в питательный бак для повторной пастеризации, если не был обеспечен нагрев молока до установленной температуры пастеризации.

В зависимости от технологического назначения пастеризационно-охладительные установки имеют отличительные черты в конструктивном исполнении. Так, агрегаты, предназначенные для тепловой обработки молока, при производстве кисломолочных продуктов имеют более развитую поверхность секции пастеризации, в которой температура поднимается до 90–95 °С. Выдерживание молока проводится в течение 5–6 мин, что вызывается необходимостью максимального снижения числа Мечникова, а также придания белковой системе молока определенных свойств, обеспечивающих хорошую консистенцию кисломолочных продуктов.

В некоторых случаях охлаждение молочных продуктов после пастеризации не проводится. Например, при нагревании сливок перед вторым их сепарированием для получения высокожирных сливок в производстве сливочного масла; при нагревании молочных продуктов перед сгущением в вакуум-выпарных установках в процессе изготавления молочных консервов. В этих условиях для нагревания молока часто используют трубчатые теплообменники.

Удобны трубчатые теплообменники и для предприятий малой производственной мощности. Иногда они выполняют роль секции пастеризации, которая работает в наиболее жестких условиях. Остальные же секции регенерации и охлаждения остаются пластинчатого типа.

Стерилизация молока. При стерилизации молока с целью уничтожения не только вегетативной микрофлоры, но и спор, применяются температуры тепловой обработки выше 100 °С. Стерилизованные молочные продукты могут храниться в течение длительного времени при комнатной температуре без изменения качества.

Стерилизация молока проводится в различного типа стерилизаторах с последующей асептической фасовкой в тару, или непосредственно в таре.

В зависимости от применяемого оборудования стерилизация может осуществляться периодическим или непрерывным методом. Обычно

стерилизацию проводят при температурах от 135 до 150 °С с выдержкой от 2 до 4 с.

При стерилизации неизбежно происходят существенные изменения физико-химических свойств молока и его компонентов.

Ультрастерилизация молока проводится в закрытой системе путем непосредственного введения очищенного сухого острого пара, который мгновенно нагревает молоко до высоких температур (145–150 °С).

При выборе методов и режимов стерилизации учитывается степень инактивирования вегетативной микрофлоры и спор, условия и сроки хранения молочных продуктов после стерилизации, затраты труда, энергии, материалов и пр.

Физические и химические способы инактивации микрофлоры

К физическим методам инактивации бактерий в молоке и молочных продуктах относится ультрафиолетовое облучение. Кванты ультрафиолетового спектра обладают достаточно высокой энергией (около 12 мВ). Воздействуя на микроорганизмы, УФ-лучи повреждают ДНК клеток. УФ-облучением пастеризуют молоко, а также дезинфицируют производственные помещения: участки фасования и асептического розлива молочных продуктов, заквасочные камеры, помещения для созревания сыра и др.

Ионизирующее излучение глубоко проникает в молочный продукт, обеспечивая холодную пастеризацию или стерилизацию. В сочетании с мягкой тепловой обработкой ионизирующее облучение может быть использовано для инактивации специфической патогенной микрофлоры. Аэроионизацию используют для инактивации спор плесневых грибов в атмосфере камер созревания и хранения сыров.

К физическим методам борьбы с нежелательной микрофлорой относится также бактофугирование. При использовании специальных сепараторов-бактофуг выделяется биомасса бактерий (фугат), плотность которой выше, чем плазмы молока. Обычно используются последовательно две бактофуги, которые удаляют из молока 97% клеток микроорганизмов.

Очистить от бактерий молочные продукты можно также путем пропускания их через мембраны. Так как размер бактерий в среднем не превышает одного микрометра, они отделяются от пермеата уже при проведении процессов микрофильтрации. Более высокая очистка от микробных клеток достигается при ультрафильтрации.

Диаметр головки наиболее распространенного типа фага, активного по отношению к молочнокислым бактериям, составляет 50–60 нм, а

длина 100–170 нм. Следовательно, ультрафильтрат молока и сыворотки можно очистить и от бактериофагов.

Из химических способов инактивации используют ингибирование сорбиновой кислотой и ее солями. Сорбиновую кислоту вносят в животное масло, плавленные сыры, включают в состав покрытий для сыров в целях защиты от окисления, развития плесени. Используют плюмбагин и юглон растительного происхождения для консервирования сыворотки.

Активно подавляет развитие плесневых грибов озон. Озонирование камер созревания и хранения сыров проводят с целью инактивации споровых и вегетативных плесеней и дрожжей.

Применение химических ингибиторов микрофлоры молока и молочных продуктов разрешается только при наличии санкции органов здравоохранения.

Изменение компонентов молока при тепловой обработке

При тепловой обработке изменяются, в первую очередь, белки, молочный жир, инактивируются почти все ферменты, частично разрушаются витамины. Изменяются физико-химические и технологические свойства молока, молоко может принять специфический вкус, запах, цвет.

Происходят структурные изменения белковых частиц. Наиболее чувствительны сывороточные белки. Тепловой денатурации подвергаются в основном сывороточные белки молока. Снижается их растворимость, высвобождаются активные сульфгидрильные группы (-SH) серосодержащих аминокислот (цистина, цистеина). Уже при 65 °С начинается денатурация альбумина, и при 66–70 °С он частично оседает на стенках тепловых аппаратов. При моментальном нагревании до 75 °С выпадает в осадок 15% альбумина, до 81 °С – 71%, при 95 °С денатурирует весь альбумин.

При кратковременной пастеризации (72–76 °С с выдержкой от 15 до 20 с) основная часть сывороточных белков сохраняет высокую степень дисперсности и не коагулирует с казеином при кислотном и сычужном свертывании молока. С повышением температуры тепловой обработки до 85 °С коагулирует около 30% сывороточных белков, при температурах 85–87 °С с выдержкой 5–15 мин и 92–95 °С с выдержкой 2–3 мин происходит почти полная денатурация и агрегация сывороточных белков, которые при сквашивании коагулируют вместе с казеином. Поэтому казеин приобретает большую способность к гидратации, что повышает плотность сгустка. Сывороточные белки также участвуют в образовании структуры сгустка, придавая ему определенную жесткость.

Казеин отличается большой термостойкостью. Он в свежем молоке не коагулирует при нагревании до 130–150 °С, но изменяется структура казеинового комплекса. От комплекса частично отщепляются органические фосфор и кальций, изменяется соотношение фракций казеина, с повышением температуры пастеризации увеличивается диаметр частиц казеина за счет комплексообразования с денатурированным β-лактоглобулином, увеличивается вязкость молока. Такие изменения казеиновых мицелл увеличивают продолжительность сычужного свертывания молока. С повышением температуры пастеризации прочность сгустков увеличивается, а отделение сыворотки от сгустка замедляется.

Устойчивость молока к нагреванию обусловливается, помимо активной кислотности, содержанием отдельных белковых компонентов и концентрацией свободных ионов кальция, магния и фосфора, а также цитратов и фосфатов. Повышенное содержание ионов кальция снижает термоустойчивость казеинового комплекса.

Молочный жир наиболее устойчив к тепловому воздействию. Пастеризация на молочном жире почти не сказывается. Однако тепловая обработка при температуре выше 100 °С приводит к небольшому снижению (на 2–3%) ненасыщенных жирных кислот, особенно полиненасыщенных. Это объясняется разрушением двойных связей. Структура жировых шариков изменяется даже при незначительном нагревании. Так, при нагревании выше 61 °С уменьшается отстой сливок в результате денатурации части протеинов оболочек жировых шариков и разрушения белка плазмы эвглобулина. Практически дестабилизации жировых шариков не проходит, но они теряют способность склеиваться (аглютинировать), и отстой сливок замедляется. При длительном воздействии температур стерилизации (выше 100 °С) происходят более глубокие изменения оболочек жировых шариков, однако даже при стерилизации высокожирных сливок (82,5% жира) при температуре 120 °С в течение 40 мин не наблюдается вытапливание жира при производстве консервного стерилизованного масла. Это указывает на высокую стабильность оболочек жировых шариков.

Молочный сахар (лактоза). Нагревание молока до 100 °С незначительно влияет на молочный сахар. Однако при длительном высокотемпературном воздействии (при стерилизации) образуется необратимая аминокарбонильная связь лактозы с белками и некоторыми свободными аминокислотами (реакция Майяра). Образованные комплексные соединения, называемые меланоидинами, вызывают побурение молока. В реакцию с лактозой вовлекается главным образом незаменимая аминокислота лизин. Образовавшиеся комплексы трудно усваиваются организмом. Изменение цвета сопровождается повышением кислотности

молока, а также появлением специфического привкуса. Повышение кислотности связано с распадом лактозы: образуется углекислый газ и кислоты – муравьиная, молочная, уксусная и др.

Карамелизация лактозы также связана с образованием окрашенных продуктов, но совершенно иного состава, и происходит при нагревании молока выше 150 °С.

Витамины и ферменты. Жирорастворимые витамины А, Е, D в процессе кратковременной пастеризации молока разрушаются незначительно. При длительной пастеризации, однако, наблюдаются значительные потери этих витаминов, особенно витамина Е, который обладает свойствами антиоксиданта и предохраняет витамин А от разрушения. При кратковременной пастеризации (72–74 °С, выдержка от 10 до 20 с) совсем не разрушаются водорастворимые витамины B_6, B_2, B_{12}; витамин С разрушается примерно на 10%, а B_1 – на 20–27%. При моментальной пастеризации (85 °С) витамин B_1 меньше подвержен разрушению, а С – значительно (12–28%). Витамин С в большей мере теряется при продолжительной выдержке и контакте с воздухом.

При стерилизации в бутылках меньше других витаминов разрушается B_2 (10%); B_{12} и С – на 43–100%, B_1 – на 50%, А – на 25–35%. Ультравысокотемпературная стерилизация способствует большему сохранению витаминов.

При хранении пастеризованного и стерилизованного молока проходят значительные разрушения витаминов, особенно витамина С: на вторые сутки хранения его потери составляют 45%, а на третьи – 75%. Более стоек при хранении витамин B_2.

При тепловой обработке происходит инактивация ферментов. Наиболее термостойкие ферменты – пероксидаза и липаза бактериальная, они разрушаются при 85–90 °С. Большинство методов, используемых в промышленности для контроля степени нагревания молока, основаны на тепловом разрушении ферментов (фосфатазная и пероксидазная пробы).

Соли и газы. При тепловой обработке изменяется солевой состав, часто необратимо. Так, растворимые фосфорнокислые и лимоннокислые соли переходят в нерастворимые. Образующаяся при этом фосфорная кислота, $3CaHPO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_3PO_4$, частично отщепляет кальций от казеинаткальцийфосфатного комплекса. Снижение концентрации ионов кальция в свою очередь ухудшает способность молока к сычужному свертыванию, и для восполнения их в пастеризованное молоко добавляют $CaCl_2$.

С повышением температуры в молоке уменьшается содержание газов (на 20% и более), так как газы при нагревании улетучиваются. Вследствие этого на 0,5–2 °Т снижается кислотность молока и уменьшается

растворимость солей. Фосфорнокислый кальций переходит из растворимого в коллоидное состояние, а цитраты окиси кальция и магния выпадают в осадок.

Нерастворимые соли, выпавшие в осадок, вместе с коагулированными белками образуют на поверхности нагревательных аппаратов молочный камень, который ухудшает теплоотдачу и затрудняет эксплуатацию оборудования.

Сгущение и сушка молочного сырья

Для равномерного снабжения молоком в течение года населения промышленных центров, а также районов Крайнего Севера, где отсутствует молочное скотоводство, производят сухие и сгущенные молочные консервы. Консервы изготовляют не только из цельного молока, но и из обезжиренного, пахты, сливок, сыворотки, из смесей для мороженого, заменителей цельного молока для молодняка животных, заквасок, различных кисломолочных продуктов и т. д. Гарантийный срок хранения молочных консервов до года и более. Молочные консервы обладают высокой пищевой и биологической ценностью, удобны для фасования, упаковывания, дальних перевозок, легко восстанавливаются до исходного состояния при необходимом добавлении воды.

Консервирование молочного сырья основано на принципе анабиоза с использованием физических способов. Из физических средств консервирования широко применяют повышение осмотического давления и высушивание. При повышении осмотического давления нарушается естественный обмен между микробной клеткой и средой (продуктом).

В свежем молоке микроорганизмы имеют внутриклеточное давление 4–6 МПа, находятся почти в изотонических условиях, благоприятных для их развития.

В сгущенном или сухом молочном продукте микробиологические клетки находятся в условиях гипертонических растворов, когда концентрация веществ, растворенных во внешней среде, значительно превосходит концентрацию веществ внутри клетки. В этих условиях осмотический ток, диффузия веществ направлена из протоплазмы клетки наружу, во внешнюю среду. Вследствие этого процесса происходит обезвоживание протоплазмы, сопровождаемое сморщиванием (плазмолизом) и отделением ее от оболочки. При благоприятных условиях (температура, pH среды, влажность) микробная клетка может восстановить свои жизненные функции.

Сгущение молочного сырья. В процессе сгущения молочного сырья в 2,5 раза соответственно возрастает осмотическое давление. Еще больше оно возрастает при внесении 17–18,5% сахара. В этом случае ос-

мотическое давление в продукте с сахаром возрастает в 35 раз по сравнению с таковым в молоке. Микрофлора будет находиться в гипертонических условиях, неблагоприятных для ее жизнедеятельности.

Отечественная молочноконсервная промышленность вырабатывает сгущенное молоко без сахара (пастеризованное и стерилизованное), сгущенные молочные консервы с сахаром, а также с наполнителями (кофе, какао), сгущенный заменитель цельного молока.

Для выработки сгущенных молочных консервов отбирается свежее молочное сырье с титруемой кислотностью не выше 18–19 °Т, выдерживающее алкогольную пробу. Сырье нормализуют по содержанию жира и сухих обезжиренных веществ так, чтобы готовый продукт имел химический состав, соответствующий стандарту.

Производство сгущенного стерилизованного и концентрированного молока. По составу эти продукты различаются незначительно. Массовая доля сухого молочного остатка в среднем составляет: в сгущенном стерилизованном молоке 26%, в концентрированном стерилизованном молоке 28%. Продукты имеют сладковато-солоноватый вкус, привкус пастеризации, свойственный топленому молоку, кремоватый оттенок.

Чтобы при стерилизации молоко было устойчиво и казеин не коагулировал, в молоко вносят соли-стабилизаторы (буферные соли натрия и калия) по инструкции для соблюдения устойчивого равновесия между катионами и анионами молока.

Нормализованное и подготовленное молоко подвергают моментальной пастеризации при температуре 85–87 °С для инактивации вегетативной микрофлоры и ферментов. После тепловой обработки молоко сгущают в вакуум-аппарате при температуре кипения 55–60 °С в условиях разрежения.

Окончание сгущения устанавливают по плотности продукта или по содержанию сухих веществ. Сгущенный продукт подогревают до 72–75 °С и гомогенизируют на первой ступени при давлении 17–19 МПа, на второй ступени – при 2,5–3,5 МПа, что обеспечивает эффективность дробления жировых шариков 95%. После гомогенизации продукт охлаждают до 10–12 °С, фасуют в металлические банки, герметически укупоривают и стерилизуют при температуре 115–118 °С в течение 15–20 мин, банки затем охлаждают до 20–25 °С, проверяют на герметичность и отправляют на хранение при температуре 5–15 °С и относительной влажности не выше 85%.

Производство сгущенных молочных консервов с сахаром. Сгущенное молоко с сахаром должно содержать не более 26,5% воды, не менее 28,5% сухих веществ (в том числе не менее 8,5% жира) и не менее

43,5% свекловичного сахара. Оно имеет сладкий чистый вкус, густую однородную консистенцию, цвет белый с кремовым оттенком, кислотность не выше 48 °Т.

Кроме вышеописанных общих операций для производства молочных консервов вводятся две операции: внесение сахара и кристаллизация лактозы при охлаждении сгущенного молока.

Сахар вносят в молочную смесь перед сгущением в виде сахарного сиропа. Предварительно сахарный сироп нагревают до 90–95 °С или до температуры кипения. Можно сахарный сироп засасывать и в вакуум-аппарат.

Окончание сгущения определяют по содержанию сухого вещества в готовом продукте (73,8–74,0%) с помощью рефрактометра.

Молочный сахар в сгущенном молоке находится в состоянии насыщенного раствора. Чтобы исключить образование крупных кристаллов молочного сахара, при охлаждении в сгущенное молоко вносят затравку в виде пудры измельченной лактозы в количестве 0,02% (размер кристалликов не более 3 мкм). Этим достигают значительного увеличения числа центров кристаллизации и получения мелких кристалликов лактозы не более 12–15 мкм при охлаждении сгущенного молока в кристаллизаторах-охладителях до 17–18 °С.

Фасуют готовый продукт в жестяные банки (массой 400 г, 3,8–3,9 кг) или бочки вместимостью 50–100 кг. Хранят при температуре 5–15 °С и относительной влажности не выше 85%.

Сушка молочного сырья. Ассортимент сухих молочных продуктов обширен. Вырабатывают сухое цельное молоко, обезжиренное молоко и пахту, сухие сливки, сухое масло, сухие кисломолочные продукты, сухие продукты для детского питания, сухие смеси для мороженого, сухой заменитель цельного молока, сухие закваски.

Производство сухих молочных продуктов основано на сгущении молочных смесей и последующем удалении из них воды путем высушивания.

Технология производства сухого цельного молока. Сухое цельное молоко представляет собой порошок с содержанием влаги от 3 до 7% в зависимости от способа сушки и упаковки. СОМО в сухом молоке составляет 70,9%, в том числе молочного сахара – 35–38%, белка – 26–28%, минеральных веществ – 5,8–6,2%; массовая доля жира – 25–26,1%. Кислотность восстановленного молока должна быть не выше 20 °Т при распылительном методе сушки и 22 °Т – при пленочной сушке.

Технологический процесс производства сухого молока состоит из его очистки, стандартизации (с расчетом, чтобы готовый продукт удов-

летворял требованиям стандарта), пастеризации, гомогенизации, предварительного сгущения и сушки.

Сушка молока производится двумя способами: распылительным в сушильных башнях и контактным (пленочным). Чтобы ускорить сушку и воздействие высоких температур на компоненты молока, его предварительно сгущают.

Лучшее по качеству сухое молоко обеспечивает сушка методом распыления. При этом методе сушки молоко пастеризуют при температуре 72–75 °С, затем сгущают в вакуум-аппаратах до концентрации сухих веществ 42–48%. Сгущенное молоко подогревают до 72–75 °С и гомогенизируют. Из гомогенизатора его при этой же температуре подают в сушильную башню через форсунку или диск. С их помощью сгущенное молоко распыляется на мелкие капельки (20–100 мкм) в верхней части сушильной башни. Снизу навстречу молоку подается горячий воздух с температурой 155–165 °С для сушки цельного молока, и 155–180 °С – для обезжиренного. Превышение температуры может вызвать возгорание сухого молока.

Происходит быстрое высушивание капелек молока и порошок падает на дно башни. При испарении влаги из капельки молока, затрачивается большое количесво тепла, поэтому температура высушиваемой капельки не поднимается выше 60–70 °С. Это способствует сохранению нативных свойств сухого молока. Воздух, насыщенный соковыми парами, удаляется из башни через фильтры, удерживающие частицы сухого молока. Из сушильной башни сухое молоко подается в бункер, где охлаждается до 20–25 °С, и затем фасуется в бумажные многослойные мешки с полиэтиленовыми вкладышами, последние по наполнении запаиваются.

При использовании вальцовых (барабанных) сушилок сгущенное молоко тонким слоем распределяется по поверхности барабана. Внутрь барабана под давлением поступает острый пар с температурой около 135 °С. Молоко на горячей поверхности барабана высыхает в виде пленки, которая снимается ножами, прилегающими плотно к поверхности барабана, снятая пленка молока шнеками подается в мельницу и размалывается до состояния порошка.

Компоненты молока при пленочном методе сушки претерпевают большие физико-химические изменения. Поэтому растворимость такого молока несколько ниже растворимости сухого молока, полученного методом распыления.

Пленочный метод применяют для сушки менее ценного молочного сырья: обезжиренного молока, пахты, сыворотки, заменителей цельного молока для молодняка скота.

Глава 4. Производство заквасок

Подбор бактериальных препаратов

Ряд молочных продуктов (диетические кисломолочные продукты; сметана, творог, сыры, кислосливочное масло и др.) изготовляется с использованием определенных культур микроорганизмов. Составляется закваска на чистых культурах микроорганизмов, которые, выделяя свои ферменты, производят биохимические превращения компонентов молока. Такие процессы протекают и после лизиса бактериальных клеток, когда высвобождаются внутриклеточные ферментные комплексы (в сырах).

Подбором чистых культур для заквасок и проверкой их свойств занимаются специальные микробиологические лаборатории при научно-исследовательских институтах. Они также проводят селекционную работу – выделяют новые штаммы, отбирают наиболее ценные и составляют из них комбинации (закваски). Отобранные штаммы хранят в специальных коллекциях, постоянно пополняемых новыми штаммами.

На предприятия закваски поступают в жидком или сухом виде. Для сушки заквасок используют распылительный метод и сублимацию (сушка в замороженном виде в глубоком вакууме). Наиболее прогрессивен метод сублимации, при котором сохраняемость живых клеток составляет до 90% в течение многих месяцев и даже лет. Сохраняемость активности сухих заквасок, полученных сушкой распылением, не превышает трех месяцев.

Жидкие закваски в пробирках, мелких колбочках в свежем состоянии имеют высокую активность, но транспортировка их на далекие расстояния затруднена.

Ассортимент заквасок разнообразен применительно к особенностям технологии и биохимическим процессам формирования товарных свойств молочных продуктов. Качественный состав заквасок все время совершенствуется.

Отбираются специальные штаммы для улучшения вкуса, запаха, консистенции продукта в зависимости от продолжительности и условий хранения продукта, от скорости и глубины вызываемых ими биохимических процессов.

Приготовление заквасок в производстве

Для приготовления производственной закваски отбирается молоко от заведомо здоровых коров, свежее, с кислотностью в пределах 16–18 °Т, по чистоте – самого высокого качества, с чистым приятным вкусом, без посторонних привкусов и запахов. Обычно для этой цели выбирается ферма, стабильно дающая высококачественное молоко.

Заквасочные отделения на молочных предприятиях размещают в отдельных изолированных помещениях. Стены, полы и потолки выполняют из гладких, легко моющихся и дезинфицируемых материалов. На пути поступления воздуха в заквасочное отделение устанавливаются фильтрующие приспособления. Над входом в помещение устанавливают бактерицидные лампы, работающие, пока дверь в помещение открыта. Для инактивации микрофлоры воздуха в заквасочной периодически на 0,5–1 ч включаются бактерицидные лампы или аэроионизаторы. Для культивирования кефирных «грибков» и получения производственной закваски необходимо выделять изолированное отделение, чтобы не допустить загрязнения чистых культур дрожжами и уксуснокислыми бактериями, входящими в симбиоз «грибков».

Для изготовления закваски используют обезжиренное или цельное молоко, пастеризованное или стерилизованное. Молоко пастеризуют при 95 °С с выдержкой 30 мин. Пастеризацию осуществляют в том же сосуде, в котором будут выращивать закваску. Стерилизацию проводят в автоклаве при 120 °С в течение 15–20 мин.

В стерилизованном молоке молочнокислые бактерии закваски размножаются быстрее и закваска приобретает повышенную активность, так как в стерилизованном молоке содержится большое количество продуктов распада белков и лактозы, легко усвояемых бактериями. Сначала приготовляют материнскую закваску на стерилизованном в автоклавах молоке. На начальном этапе реактивации сухой или жидкой закваски внесенная доза должна составлять 0,5–1,5 млн. активных клеток на 1 мл. Культивирование проводят при оптимальной температуре для данного вида бактерий до момента образования сгустка. За 8–12 часов культивирования численность молочнокислых бактерий достигает 1–3 млрд. в 1 мл. Лабораторную (маточную) закваску можно хранить при температуре 6–10 °С в течение недели.

Для получения вторичной и третичной (производственной) заквасок дозу инокуляции увеличивают до 20–50 млн. активных клеток на 1 мл. Необходимый уровень концентрации бактерий в закваске достигается через 5–7 часов культивирования. За это время вырастает 5–8 новых поколений молочнокислых бактерий и численность популяции становится практически равной популяции исходной закваски. Такая доза инокуляции необходима для обеспечения бактериальной чистоты в период культивирования. Чтобы защитить вторичную и производственную закваску от поражения бактериофагом, меняют каждые 3–4 дня партии чистых культур при изготовлении материнской закваски.

Бактериальные концентраты содержат около 300 млрд. активных клеток в 1 г препарата, что достаточно для инокуляции 300 л молока.

Приготовление производственной закваски происходит в специальных заквасочниках с автоматическим регулированием температуры. В заквасочнике осуществляется весь цикл приготовления закваски: тепловая обработка молока, выдержка, охлаждение, заквашивание, культивирование, охлаждение. Обеспечивается снижение вероятности заражения микрофлоры бактериофагом.

Качество закваски регулярно контролируется по скорости и уровню кислотообразования, органолептическим показателям, видовому составу и отсутствию обсемененности посторонней микрофлорой.

Постоянно изыскиваются способы увеличить скорость размножения бактерий путем сокращения лаг-фазы и времени появления новых поколений. Для этого используют внесение специальных активаторов, ускоряющих рост бактерий закваски и ингибирующих развитие посторонней микрофлоры, позволяющих уменьшить дозы внесения закваски, и другие методы.

Применение ферментных препаратов

В настоящее время в производстве молочных продуктов используются ферменты. Биохимические процессы, активизируемые ферментными препаратами, при обычной температуре проходят значительно быстрее.

Применение ферментных препаратов в молочной промышленности долгое время носило ограниченный характер. Развитие биоинженерных технологий способствует более широкому использованию специально изготовленных энзимных препаратов для интенсификации технологических процессов производства молочных продуктов. Традиционно в сыроделии используется сычужный фермент (химозин) или его заменители. Его раствор вносится в специально подготовленное молоко, под действием фермента активизируется формирование белковой структуры сгустка, который обрабатывается до получения сырного зерна.

В формировании консистенции, вкуса и запаха сыров и творога кроме химозина участвуют и другие ферменты, которые выделяются клетками вносимой закваски.

Методами генной инженерии создан микробный суперпродуцент химозина, что расширяет возможности обеспечения сыродельной промышленности молокосвертывающими препаратами.

Широко используется в молочной промышленности ферментный препарат β-галактозидаза. Он расщепляет молекулу молочного сахара на глюкозу и галактозу. Питьевое молоко с гидролизованным молочным сахаром изготовляется для людей, страдающих непереносимостью лактозы. В концентратах молочной сыворотки, прошедших ферментатив-

ную обработку β-галактозидазой, количество растворенных молекул увеличивается в 1,5–1,6 раза. Соответственно возрастает и осмотическое давление в плазме сгущенной сыворотки, что увеличивает гарантийный срок хранения ее в течение нескольких месяцев при комнатной температуре или ниже (10–15 °С). Кроме того, повышается сладость сывороточных концентратов в 5–6 раз, приближаясь к сахарозе. Это позволяет изготовлять из молочной сыворотки глюкозо-галактозные сиропы, которые употребляют вместо сахарозы при производстве мороженого, сгущенных молочных консервов, кондитерских и хлебобулочных изделий. Так как фермент β-галактозидаза достаточно дорогой, то целесообразно его применять на конечном этапе производства в виде иммобилизованного (нерастворимого) препарата, который можно многократно использовать. Для этого фермент закрепляется на каком-либо инертном носителе в виде шариков. Их загружают в реактор-ферментер, через который прокачивается обрабатываемое молоко или сыворотка.

Перспективно использование энзимов для ослабления адсорбционной связи липопротеиновой оболочки с жировым ядром жировых шариков, что облегчит гомогенизацию и сбивание сливок в масло.

Введение специальных ферментных препаратов в сырную массу создаст условия для программного управления процессами созревания сыров и получения продукта с заданными свойствами.

Бактериофаги

При производстве и хранении заквасок большую опасность представляют бактериофаги. Они представляют собой вирусы, размеры которых в 20–40 раз меньше, чем молочнокислых бактерий. Если закваска заражена бактериофагом, то через 2–4 ч после заквашивания развитие микрофлоры прекращается или значительно замедляется, что видно по нарастанию кислотности. Бактериофаг адсорбируется (прикрепляется) с помощью отростка к поверхности бактериальной клетки и, выделяя фермент, разрыхляет ее оболочку. Фаг внедряется в бактериальную клетку и интенсивно размножается. В результате бактериальная клетка разрушается и образуются сотни новых клеток фага. Затем цикл повторяется. В результате бактериофаг снижает активность молочнокислых бактерий, а при благоприятных условиях полностью их уничтожает.

Среди молочнокислых культур есть штаммы с большей или меньшей сопротивляемостью фагу. Не во всех случаях попадание фаговой ДНК в бактериальную клетку вызывает размножение фагов, тогда бактерия продолжает жить. Такие бактериальные клетки называют лизогенными, а соответствующие фаги – умеренными. Лизогенные бактерии сквашивают молоко с обычной скоростью и направленностью.

Большинство фагов молочнокислых стрептококков погибает при нагревании до 90 °С и выдержке 30 мин. В воздухе фаги погибают при распылении в нем раствора хлорной извести. Кроме того, они чувствительны к свету, особенно к ультрафиолетовым лучам.

Источником заражения молочнокислых культур бактериофагом могут быть руки обслуживающего персонала, воздух помещений, оборудование. Наибольшую опасность представляют остатки молочной сыворотки, где концентрируются фаги.

Глава 5. Санитарная обработка оборудования и тары

Качество молока и молочных продуктов и их эпидемиологическая безопасность в значительной мере зависят от санитарного состояния технологического оборудования и тары. Причиной выпуска продукции негарантированного качества нередко служит недостаточная мойка и дезинфекция оборудования и тары.

Мойка оборудования

Санитарная обработка оборудования на предприятии – длительный и кропотливый процесс, на нее затрачивается 25–30% рабочего времени.

Ручная мойка очень трудоемка и не всегда обеспечивает высокое качество санитарной обработки оборудования.

Наиболее эффективна и менее трудоемка автоматизированная мойка и дезинфекция оборудования сразу после его использования. В этом случае достигается лучшее использование моюще-дезинфицирующих средств и высокое санитарно-гигиеническое состояние производства.

Предприятия мощностью 25–50 т перерабатываемого молока в смену целесообразно оснащать установками типа В20Ц2-У, а мощностью свыше 100 т – В20ЦИ, В20ЦП.

Установки располагаются в специальном помещении. Мойка молокопроводов, резервуаров, пастеризационных аппаратов осуществляется по заданным программам в автоматическом режиме и может дублироваться ручным управлением дистанционно. Центральная моющая станция автоматически осуществляет все операции мойки оборудования.

На некоторых предприятиях используются передвижные моечные установки, устройства для выполнения отдельных моечных операций, приборы для контроля моющих растворов и др. Для санитарной обработки расфасовочных автоматов и открытых емкостей применяют передвижную установку РЗ-ФМД. Поверхность обрабатывается направленной сильной струей моющего раствора с помощью специального гидропистолета. Время мойки сокращается в 2–3 раза.

Удельный вес ручных операций по мойке на предприятиях все еще высок. Санитарную обработку оборудования должен осуществлять квалифицированный персонал по утвержденному графику, выполненная работа фиксируется в специальном журнале регистрации. Санитарную обработку оборудования проводят сразу после его использования, а дезинфекцию – перед следующей загрузкой оборудования. Она также повторяется, если после дезинфекции прошло 6 ч. Качество мойки и дезинфекции контролирует лаборатория перед началом работы.

Обычно сначала проводят мойку, а потом дезинфекцию, но их можно совмещать при наличии эффективных моюще-дезинфицирующих средств.

Сначала оборудование ополаскивают холодной или теплой (не выше 35 °С) водой для удаления остатков молока, загрязнений. Вода должна быть прозрачной и бактериально чистой, отвечать требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Предельное содержание железа не должно превышать 0,3 мг/л. Если вода содержит большое количество железа, то ее обычно пропускают через многоступенчатый каскад на воздухе. Закисные растворимые соли железа превращаются в окисные нерастворимые и осаждаются на стенках каскада.

После ополаскивания оборудование моют раствором моющих средств при температуре 50–70 °С с применением щеток и ершей для полного удаления остатков молока и молочных продуктов, загрязнений. На греющих поверхностях теплообменных аппаратов (пастеризаторов, вакуум-аппаратов, стерилизаторов и др.) осаждаются остатки молока и молочных продуктов («пригар»), имеющие сложную белково-жировую структуру, сцементированную минеральными солями молока («молочный камень»), различные посторонние вещества. От всего этого необходимо освободиться при мойке. Затем аппарат ополаскивают горячей водой 60–70 °С до полного удаления остатков молочных продуктов и моющего раствора. После чего проводят дезинфекцию в зависимости от вида оборудования и характера загрязнений: острым паром, горячей водой, раствором химических веществ (хлорной извести, гипохлорита кальция или натрия, хлорамина) при температурах, оптимальных для каждого реактива.

Дезинфекция инактивирует бактерии, оставшиеся после мойки. После дезинфекции хлористыми препаратами оборудование ополаскивают холодной водой до исчезновения запаха хлора.

Безразборную мойку осуществляют путем принудительной циркуляции моющих растворов и последующего ополаскивания водой.

Несмотря на преимущества безразборной мойки, периодически необходимо мыть и чистить вручную такое оборудование, как клапаны, насосы, трубопроводы, пластинчатые теплообменники.

Применяемые моющие растворы должны удалять молочный белок и нерастворимые кальциевые соли, эмульгировать остатки жира и вместе с тем не обладать токсичным действием и не вызывать коррозию оборудования. Для эффективной мойки различного оборудования применяют моющие смеси из двух и более соединений. Выбор моющих средств, концентрация, температура, продолжительность контакта и способ использования моющего раствора обусловлены характером и степенью

загрязнения, технологией мойки и видом оборудования. Так, например, загрязнения от холодных молока и молочных продуктов легко смываются горячими (60–65 °С) щелочными растворами, так как они преимущественно состоят из жира и нативного белка, и сила сцепления их с поверхностью оборудования незначительна. Загрязнения в теплообменных аппаратах (молочный камень) разрушаются и удаляются горячими растворами едких щелочей и растворов кислот. Под воздействием едких щелочей происходит набухание – пептизация денатурированных белков и эмульгирование жира, а растворы кислот удаляют набухший белок и минеральные соли. Сильные кислоты вызывают коррозию металла, их применяют для удаления пригара с оборудования из нержавеющей стали.

В качестве моющих средств используют кальцинированную соду, каустическую соду, азотную и сульфаминовую кислоты, технические моющие средства – «Синтрол», «Дезлюл», «Фарфорин» «Вимол» и др.

Рекомендуется использовать синтетические моющие средства. В их составе имеются умягчители воды (триполифосфат натрия), антикоррозианты (силикат натрия), щелочные компоненты, поверхностно-активные вещества, обладающие высокой моющей способностью. Это позволяет пользоваться водой с повышенной жесткостью и производить мойку оборудования, изготовленного из любого металла. При этом поверхностно-активные вещества способствуют переходу загрязнений с металлической поверхности в раствор.

Составление моющих смесей и мойку проводят согласно утвержденным техническим условиям (табл. 5.1). При автоматическом управлении процессом мойки концентрацию растворов технических моющих средств необходимо поддерживать в диапазоне 0,3–0,5%; каустической соды – 0,8; 1% – при обработке пастеризационных установок; при обра-

5.1. Рекомендуемые моющие средства

Оборудование и тара	Состав, вес. %			
	сода каустическая	сода кальцинированная	тринатрийфосфат	жидкое стекло
Не соприкасающееся с горячим молоком, изготовленное из нержавеющей стали или луженное оловом	–	50	40	10
Из алюминия	–	18,5	18,5	63
Соприкасающееся с горячим молоком (кроме алюминиевого)	10	50	35	5
Из стекла и фарфора	65	30	–	5

ботке вакуум-аппаратов – 1,5–2%; растворов кальцинированной соды – 1–1,5%. Концентрация синтетических моющих средств зависит от объекта мойки и указана в технических условиях.

Рабочие растворы моющих средств готовят из концентрированных растворов или порошков с соблюдением правил безопасности, в резервуарах из нержавеющей стали или в емкостях моечных машин. Концентрированные кислоты и щелочи наливают в эмалированные или из нержавеющей стали ведра на 70% емкости и плотно закрывают крышками. Рабочие снабжаются защитными приспособлениями и выполняют правила безопасности.

Дезинфекция оборудования

Дезинфекция оборудования является вторым этапом его санитарной обработки. От качества дезинфекции зависит микробиологическая чистота оборудования. Дезинфекция эффективна, когда оборудование хорошо вымыто.

Для дезинфекции чаще всего используют раствор хлорной извести, ежедневно проверяя содержание активного хлора. Из сухой хлорной извести приготовляют 10% (маточный) раствор, его отстаивают 24 ч. Прозрачную жидкость сливают через марлю, определяют количество активного хлора и готовят рабочий раствор требуемой концентрации. Рабочий раствор готовят ежедневно, концентрированный – один раз в 2–5 сут. Маточный раствор хранят в сухом, темном, прохладном помещении в темной посуде с притертой пробкой. Более крепкие растворы хлорной извести опасны: вызывают коррозию оборудования.

Гипохлориты по дезинфицирующим свойствам аналогичны хлорной извести. При растворении гипохлорит не дает осадка, в этом его преимущество перед хлорной известью. Рабочие его растворы готовят перед использованием. Гипохлориты нельзя смешивать с кислотами, так как может произойти выделение ядовитых газов.

Хлорсодержащие препараты используются для дезинфекции с содержанием 100–200 мг активного хлора на 1 л раствора, но не менее 100 мг/л. Эти препараты обладают повышенной коррозийной активностью по отношению к алюминию и меди.

Луженые поверхности более стойки к коррозии и реагируют только при длительном контакте с растворами, содержащими хлор. Нержавеющая сталь их действию не подвергается. Опасность коррозии возрастает с повышением температуры и концентрации раствора. Рекомендуемая температура дезинфектантов 25–40 °С. Кроме того, следует учитывать, что хлорсодержащие соединения разлагаются при повышенных температурах с выделением хлора и теряют свою активность. Но эти

соединения частично теряют свою активность и при низких температурах, поэтому перед применением их следует проверять на содержание активного хлора. Чтобы уберечь металл оборудования от коррозии, дезинфекцию проводят непосредственно перед самым началом работы оборудования. При контакте поверхностей с раствором хлорной извести в течение 3–5 мин обеспечивается нужная степень дезинфекции.

Хлорамины менее чувствительны к воздействию света, тепла, органических веществ и в меньшей степени подвержены гидролизу в присутствии влаги и щелочи. Они длительное время сохраняют свою бактерицидную активность, обеспечивая хорошее качество дезинфекции. Растворы хлорамина не вызывают коррозии металлов, безвредны для кожи рук.

Совмещение процессов мойки и дезинфекции значительно сокращает время санитарной обработки и улучшает ее качество. Такие моюще-дезинфицирующие средства, как «Дезмол», «Сульфохлорантин», препарат МД-1 и другие применяют совместно с дезинфекторами (хлорной известью, гипохлоритом натрия, хлорамином, трихлоризоциануровой кислотой и др.). Также в качестве дезинфицирующей добавки используют активный йод (йодонат, йодопирин), амфолитные мыла, четвертичные аммониевые соединения (катапин, катамин АБ и др.).

«Дезмол», применяемый для санитарной обработки емкостей, молокопроводов, тары, легко растворяется в воде с образованием умеренного количества пены, устойчив к нагреванию и в хранении. При температуре 50 °С в концентрации 2,5 г/л, или 0,25%, он обладает хорошим моющим и бактерицидным действием по отношению к кишечной палочке и стафилококку при контакте с обрабатываемой поверхностью в течение 15 мин. Не вызывает коррозию металлов, не раздражает кожу рук.

В молочной промышленности его используют в концентрациях 1,24–3% преимущественно при ручной мойке.

«Сульфохлорантин» обладает высокими моюще-дезинфицирующими свойствами, его используют для многократного употребления в циркуляционных системах мойки. Не уступает ему и препарат МД-1 в концентрации 0,7–0,9% при температуре 33–65 °С, который используется до десяти раз.

Используют следующие методы дезинфекции: циркуляцию (трубопроводы, насосы, охладители и др.); погружение (инвентарь, деревянная тара и др.); орошение (крупное оборудование – ванны, автоцистерны и др.); обтирание щеткой (мешалки, поверхность сырных ванн, формовочных аппаратов, молочных весов и др.).

Химические лаборатории осуществляют контроль качества моюще-дезинфицирующих средств, строгого соблюдения рекомендуемых их концентраций, температуры обработки оборудования.

Наиболее эффективна и надежна дезинфекция оборудования тепловой стерилизацией путем обработки его горячей водой и острым паром. Дезинфекцию горячей водой проводят при температуре от 90 до 95 °С в течение 5–7 мин или при 85–90 °С в течение 10–20 мин; острым паром – при давлении в пропариваемых трубопроводах и емкостях не более 0,7 атм (1 атм = $0{,}98 \cdot 10^5$ Па). При обработке оборудования паром полностью уничтожаются микроорганизмы, чем этот способ выгодно отличается от химических средств дезинфекции. В основном, паром обрабатываются закрытые емкости (цистерны, резервуары, фляги). Продолжительность пропаривания определяют по результатам микробиологических смывов и бактериальной чистоте молока. Пар, непосредственно контактирующий с молоком и молочными продуктами, необходимо фильтровать.

Проверка эффективности санитарной обработки оборудования

Контроль качества санитарной обработки оборудования, трубопроводов, инвентаря осуществляют микробиологические лаборатории завода или санэпидстанция путем исследования смывов на наличие кишечной палочки не реже трех раз в месяц. Оборудование, к которому предъявляются особые требования (для приготовления заквасок, диетпродуктов, детских молочных продуктов), проверяют на общую бактериальную обсемененность.

Особо контролируется оборудование и тара, с которыми соприкасается готовая продукция. При повторном обнаружении кишечной палочки в смывах одного и того же оборудования администрация обязана приостановить работу цеха для проведения генеральной уборки, тщательной санитарной обработки оборудования в разобранном виде с соблюдением инструкции.

Правила мойки и дезинфекции оборудования на предприятиях молочной промышленности изложены в соответствующей инструкции.

Контрольные вопросы

1. Каков химический состав, свойства, пищевая и биологическая ценность коровьего молока?
2. Каков химический состав, свойства и применение молока?
3. Какие требования предъявляются к качеству молока как сырью для переработки на молочные продукты?
4. Какие условия необходимо соблюдать при получении молока на ферме?
5. Как сохранить нативные свойства молока до поступления его на молочный завод?
6. Какую первичную обработку молока необходимо проводить на ферме?
7. Почему охлаждение молока до температуры ниже 10 °С задерживает развитие микрофлоры?
8. Каковы основные закономерности и способы фильтрации?
9. В каких случаях рационально использовать процессы микрофильтрации, ультрафильтрации и обратного осмоса?
10. Закономерности и режимы центробежной очистки молока.
11. Назначение сепарирования, закономерности и режимы процесса.
12. Цель, сущность и режимы процесса гомогенизации.
13. Назначение, сущность и характеристика мембранных методов обработки молочного сырья.
14. Биологические процессы обработки молочного сырья и их использование в производстве молочных продуктов.
15. Назначение и сущность тепловой обработки молочного сырья.
16. Каковы основные режимы пастеризации при выработке различных молочных продуктов и их влияние на бактериальную обсемененность и свойства молочного сырья?
17. Способы тепловой стерилизации молочного сырья, их достоинства и недостатки, их влияние на компоненты молока.
18. Назначение и сущность сгущения и сушки молочного сырья.
19. Сущность дезодорации и аэрации молочного сырья, их режимы.
20. Методы и условия мойки и дезинфекции оборудования и тары на молочных предприятиях.
21. Роль бактериальных препаратов при производстве ферментированных молочных продуктов.
22. Способы приготовления бактериальных заквасок и предъявляемые к ним требования. Какие меры позволяют свести отрицательное действие бактериофагов к минимуму?

Часть II
ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Раздел I. ТЕХНОЛОГИЯ ЦЕЛЬНОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ И МОРОЖЕНОГО

Глава 6. Молоко и сливки пастеризованные и стерилизованные

Молоко пастеризованное

В нашей стране выпускается широкий ассортимент молока, различающегося по тепловой обработке, по химическому составу, с внесением или без внесения наполнителей. Основным видом является цельное молоко с массовой долей жира не менее 3,2%, но выпускается также молоко с повышенной и пониженной массовой долей жира – 6,0; 4,0; 3,5; 2,5; 1,5; 1,0% (табл. 6.1).

Молоко цельное пастеризованное. При производстве цельного пастеризованного молока производят его очистку, нормализацию, гомогенизацию, пастеризацию, розлив.

В зависимости от жирности исходного сырья и вида вырабатываемого молока для нормализации по содержанию жира используют обезжиренное молоко или сливки, по содержанию сухих веществ – сухое обезжиренное молоко. На практике, как правило, приходится уменьшать жирность исходного молока.

Проводить нормализацию можно в потоке или путем смешивания. Для нормализации в потоке удобно использовать сепараторы-нормализаторы, в которых непрерывная нормализация молока совмещается с очисткой его от механических примесей. Перед поступлением в сепаратор-нормализатор молоко предварительно нагревается до 40–45 °С в секции рекуперации пластинчатой пастеризационно-охладительной установки.

На предприятиях небольшой мощности молоко обычно нормализуют смешиванием в резервуарах. Для этого к определенному количеству цельного молока при тщательном перемешивании добавляют нужное количество обезжиренного молока или сливок, рассчитанное по материальному балансу или путем использования специальных таблиц, составленных с учетом различной жирности исходного молока.

Для предотвращения отстоя жира и образования в упаковках «сливочной пробки» при производстве молока топленого, восстановленного

6.1. Характеристика отдельных видов молока пастеризованного ГОСТ Р 52090-2003

Молоко	Массовая доля, %, не менее		Плотность, кг/м^3	Кислотность, °Т, не более
	жира	СОМО		
Обезжиренное	0,1	8,5	1033	21
Нежирное	0,3; 0,5; 1,0	8,5	1029	21
Маложирное	1,2; 1,5; 2,0; 2,3	8,2	1028	21
Классическое	2,7; 3,0; 3,2; 3,5	8,2	1027	21
	4,0; 4,5	8,0	1025	21
Жирное	4,7; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0	8,0	1024	20
Высокожирное	7,2; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5	7,8	1024	20
Белковое	2,5	10,5	1036	25
	7,0	11,0	1037	25
С какао:				
жирное	3,2	20,8	–	21
нежирное	0,7	20,8	–	21
С кофе:				
жирное	3,2	19,9	–	21
нежирное	0,7	20,1	–	21
Топленое:				
жирное	4,0	8,0	1025	21
	6,0	8,0	1024	21
нежирное	–	8,5	1033	21
Стерилизованное	2,5	8,2	1027	20
	3,2; 3,5	8,1	1027	20
	1,5	8,2	1028	20
Температура при выпуске с завода 4±2 °С				

и с повышенной массовой долей жира (3,5–6,0%) нормализованное молоко обязательно гомогенизируют при температуре 62–63 °С и давлении 12,5–15 МПа. Затем молоко пастеризуют при (76±2) °С с выдержкой 15–20 с и охлаждают до 4–6 °С с использованием пластинчатых пастеризационно-охладительных установок. Температура пастеризации постоянно фиксируется самопишущими термографами и регулируется автоматически. Система блокировки исключает выход из аппарата недопастеризованного молока. Эффективность пастеризации в таких установках достигает 99,98%. Затем молоко при температуре 4–6 °С поступает в промежуточную емкость, из которой направляется на фасование. Перед фасованием выработанный продукт проверяют на соответствие требованиям стандарта.

Пастеризованное молоко в настоящее время выпускают в бутылках, бумажных пакетах и кувшинах из линпака (экологически чистых,

разлагающихся под действием УФ-лучей), в полиэтиленовых мешках вместимостью 0,25; 0,5; 1 л, а также во флягах, цистернах с термоизоляцией, контейнерах различной вместимости, мешках из полимерной пленки вместимостью от 5 до 48 л, которые герметизируют и вкладывают в картонные или пластмассовые ящики для отправки крупным потребителям: в детские сады, столовые, рестораны. Фасование молока в мелкую упаковку проводится на автоматических линиях большой производительности, состоящих из нескольких машин, соединенных между собой конвейерами.

Тара разового потребления – полиэтиленовые мешки, бумажные пакеты, кувшины из линпака. Она очень удобна – значительно легче, компактнее использовавшейся ранее стеклянной тары. Такая тара исключает сложный процесс мойки, гигиеничнее, удобнее для потребителя и транспортирования, требует меньших производственных площадей, трудовых и энергетических затрат. Бумажные пакеты имеют форму тетраэдра (тетра-пак), снаружи покрыты парафином, внутри – полиэтиленом; формы бруска (брик-пак) с двухсторонним покрытием полиэтиленом и применением аппликаторной ленты, что обеспечивает большую прочность швов по сравнению с пакетами тетра-пак.

В пакеты тетра-пак молоко фасуют на автоматах АП1-Н и АП2-Н, которые из движущейся и стерилизуемой бактерицидной лампой бумажной ленты сваривают рукав, заполняемый молоком. Через определенные промежутки времени зажимы с нагревателями пережимают рукав, образуют гирлянду пакетов с молоком, которые разрезают и ставят в корзину. Фасование в пакеты брик-пак вместимостью от 0,1 до 1 л осуществляется на установках производительностью 3000–9000 упаковок в час.

Фасование молока в пакеты пюр-пак вместимостью 1 л осуществляется на установках производительностью от 1200 до 2400 упаковок в час. Пакеты пюр-пак имеют большую ширину швов, чем пакеты тетра-пак и брик-пак. Это обеспечивает большую надежность упаковки.

В полиэтиленовые пакеты молоко фасуют на машинах непрерывного действия фирмы «Фин-пак». Продольной сваркой образуют рукав из полимерной пленки, куда наливается молоко; закрывают пакет поперечной сваркой. Чтобы пленка была светонепроницаемой, в нее добавляют диоксид титана (TiO_2). Методом соэкструзии можно получить двухслойную пленку с содержанием в двух слоях TiO_2. Однако применение такой пленки уменьшает прочность сварных швов – негерметичность пакетов достигала 8%. Введение TiO_2 только в наружный слой пленки сократило негерметичность пакетов до 0,28%. Высокими светозащитными свойствами обладают двухслойные пленки – черно-белая и

бело-коричневая, у которых внешний слой содержит наполнитель TiO_2, а внутренний – углеродную пищевую сажу (2%) или оксид железа.

Кувшины из линпака емкостью 1 и 2 л фасуют на машинах ZPR (Швеция) производительностью 800 л/ч. В настоящее время выпускают машины для фасования молока в упаковку вместимостью 1, 2 и 4 л, а также машины, которые в зависимости от требований технологии можно наладить на фасование молока в пакеты различной вместимости – 0,25; 0,5; 0,75 и 1 л.

Для розлива молока во фляги применяют машины, работающие по принципу объемного дозирования. Цистерны наполняют молоком до специальных меток или с помощью молокосчетчиков.

Тару, в которой выпускают с предприятий пастеризованное молоко, обязательно пломбируют и маркируют. На алюминиевых капсулах тиснением, на пакетах, этикетках и бирках для фляг и цистерн несмывающейся краской наносят маркировку: наименование предприятия-изготовителя, полное наименование продукта, объем в литрах (на пакетах), число или день конечного срока реализации, номер ГОСТа.

Фасованное молоко должно иметь температуру не выше 7 °С и может быть сразу, без дополнительного охлаждения, передано в реализацию или направлено на временное хранение сроком не более 18 ч в холодильной камере с температурой не выше 4 °С и влажностью 85–90%. В камерах хранения необходимо поддерживать строгую чистоту и обеспечить вентиляцию воздуха. Срок реализации молока – не более 36 ч с момента изготовления.

Готовый продукт на предприятии подвергается технологическому и микробиологическому контролю. В соответствии с требованиями стандарта пастеризованное молоко должно иметь вкус и запах, свойственные свежему молоку, без посторонних привкусов и запахов; белый цвет со слегка желтоватым оттенком (для цельного молока); однородную консистенцию; не иметь осадка, белковых сгустков; массовая доля жира и СОМО должна соответствовать виду молока и стандарту; кислотность в мелкой упаковке должна быть не более 21 °Т (для белкового – не более 25 °Т), в крупной – до 22 °Т, степень чистоты – не ниже 1 группы, температура – не выше 8 °С. Принятый режим пастеризации должен обеспечить получение молока со следующими бактериологическими показателями: общее количество бактерий пастеризованного молока группы А в бутылках и пакетах – не более 50000 в 1 мл, титр кишечной палочки – не менее 3 мл; молока группы Б – соответственно 100000 и 0,3 мл, молока в крупной упаковке (не подразделяется на группы) – не более 200000 и 0,3 мл. Пастеризованное молоко не должно содержать патогенных микроорганизмов.

В торговую сеть и предприятия общественного питания пастеризованное молоко доставляют специальным автотранспортом с изотермическими или закрытыми кузовами. Допускается перевозка в открытых машинах, но ящики и фляги с молоком при этом должны быть укрыты брезентом.

Молоко витаминизированное

В пищевом рационе человека наиболее дефицитным является витамин С. В течение всего года, за исключением июля, августа и сентября, содержание витамина С в пище меньше нормы, а в весенние месяцы дефицит его доходит до 50%.

Содержание витамина С в молоке не очень велико. Вследствие легкой окисляемости значительное его количество разрушается во время обработки и транспортирования молока. С учетом этих факторов пастеризованное молоко вырабатывают обогащенным витамином С.

Витаминизированное молоко имеет тот же состав, органолептические и физико-химические показатели, что и пастеризованное цельное молоко. Содержание витамина С в нем должно составлять не менее 10 мг на 100 мл молока. С учетом потерь на 1 т молока вносят 110 г аскорбиновой кислоты. Исходное молоко должно иметь кислотность не более 18 °Т, так как добавление аскорбиновой кислоты повышает кислотность продукта.

Технологический процесс производства витаминизированного молока состоит из тех же операций, что и выработка пастеризованного молока. Чтобы уменьшить потери витамина С, его вносят в молоко после пастеризации. Для этого препарат витамина в виде порошка, добавляемого из расчета 110 г на 1000 л молока для детей раннего возраста и 210 г для детей старшего возраста и взрослых, медленно высыпают в резервуар при постоянном помешивании, затем продолжают перемешивать еще 15–20 мин и выдерживают в течение 30–40 мин. Готовый продукт разливают и хранят до реализации при температуре не выше 4 °С, поскольку повышение температуры не только отрицательно сказывается на качестве молока, но и вызывает разрушение витамина С.

Для детей младшего возраста (до трех лет) вырабатывается молоко с комплексом витаминов А, С и D_2. Его готовят на основе молока кислотностью не выше 18 °Т и плотностью не менее 1028 кг/м^3 с добавлением растворов витамина А в масле, витамина D_2 в масле и аскорбиновой кислоты медицинской (витамина С). Витамины вводят в нормализованное молоко до пастеризации. Из жирорастворимых витаминов А и D_2 готовят молочно-витаминный концентрат, для чего необходимое количе-

ство растворов витаминов А и D_2 вносят в молоко, подогретое до температуры 60–85 °С, и тщательно его вымешивают. Молочно-витаминный концентрат гомогенизируют, а затем вводят в сырое нормализованное молоко, подлежащее витаминизации. Витамин С добавляют в молоко после пастеризаци, как было описано выше.

В разных странах молоко обогащают по-разному: только одним витамином или, напротив, целым комплексом, а также добавляют в него препараты железа и йода.

Молоко восстановленное

На огромной территории нашей страны есть районы, где климатические условия не благоприятствуют разведению молочного скота. В этих районах для снабжения населения используется восстановленное молоко. В зимний период крупные промышленные центры также снабжаются восстановленным молоком. Его вырабатывают из сухого молока высокого качества, полученного распылительной сушкой.

По физико-химическим и органолептическим показателям восстановленное молоко полностью соответствует нормализованному пастеризованному молоку и почти не уступает ему по биологической ценности. Перед восстановлением в сухом цельном молоке определяют содержание воды и его растворимость. На основании этих данных рассчитывают массу сухого молока $С_н$ (в кг) с учетом его фактической растворимости и массовой доли жира из расчета на 1000 кг восстановленного молока по формуле:

$$С_н = \frac{100НЖ_м}{РЖ_{с.м}},$$

где Н – *норма расхода сырья на 1000 кг восстановленного молока при 100% растворимости, кг;* $Ж_м$ – *массовая доля жира в восстановленном молоке, %;* Р – *фактическая растворимость сухого молока, %;* $Ж_{с.м}$ – *массовая доля жира в сухом молоке, %.*

Количество воды, необходимое для растворения, в данном случае определяют по разности между количеством восстановленного и сухого молока. Применяют доброкачественную питьевую воду, нагретую до температуры 45–50 °С. Холодная или более горячая вода резко замедляет скорость растворения сухого молока.

Для смешивания сухого молока с водой можно использовать различное оборудование. Наиболее удобны специальные установки для восстановления молока, которые обеспечивают непрерывность процесса. Применяют установки мешалочного или протирочного типа производительностью соответственно 15000 и 10000 кг/ч.

В установке ВСМ–10 сухое молоко попадает в приемник смесителя, оборудованного контрольным ситом. Приемнику сообщается вибрационное движение, в результате чего сухое молоко быстро просеивается и поступает в смеситель. Туда же поступает теплая вода для растворения. Мешалка смесителя тщательно вымешивает смесь. Восстановленное молоко выходит из смесителя через патрубок днища, частицы нерастворившегося сухого молока задерживаются ситом, расположенным в днище смесителя. Восстановленное молоко направляется для немедленного охлаждения до 6–8 °С.

Охлажденное молоко выдерживается в емкости в течение 3–4 ч. В процессе выдержки происходит набухание белков и более полное растворение частиц сухого молока.

По окончании выдержки проверяют состав восстановленного молока и в случае необходимости его нормализуют. Затем молоко поступает на дальнейшую обработку – очистку, гомогенизацию, пастеризацию и охлаждение продукта. Восстановленное молоко обязательно гомогенизируют, для того чтобы предупредить появление на его поверхности капель вытопившегося жира.

Для производства восстановленного молока целесообразно применять быстрорастворимое сухое молоко, полученное при оптимальной степени предварительного увлажнения 10–14%, что облегчает выработку и повышает качество готового продукта. В случае использования сухого обезжиренного молока нормализовать восстановленное молоко по массовой доле жира можно сливками или сливочным маслом.

Молоко топленое, белковое и с наполнителями

Молоко топленое отличается от цельного пастеризованного молока выраженными привкусом и запахом пастеризации, а также кремовым оттенком, которые достигаются длительной высокотемпературной обработкой молока. Вырабатывают топленое молоко с массовой долей жира соответственно 4 и 6%. Нормализуют исходное молоко до массовой доли жира соответственно 3,9 и 5,8% свежими сливками. Нормализованную смесь гомогенизируют, затем пастеризуют с использованием трубчатых пастеризаторов при температуре 95–99 °С и при этой же температуре подвергают топлению выдержкой в закрытых емкостях в течение 3–4 ч. В процессе выдержки молоко периодически перемешивают во избежание появления на его поверхности слоя жира и белковых скоплений.

Вследствие продолжительного воздействия высоких температур значительно изменяются компоненты молока. Молочный сахар взаимодействует с аминокислотами белков, в результате чего образуются меланоидины, которые придают молоку кремовый оттенок. Происходит также изменение аминокислот с образованием реактивноспособных сульф-

гидрильных групп, вступающих во взаимодействие с некоторыми компонентами молока с образованием соединений, имеющих специфический вкус и запах пастеризации. При топлении влага частично испаряется и массовая доля жира в молоке повышается до стандартной. По окончании выдержки молоко охлаждают до температуры не выше 8 °С, после чего направляют на фасование в мелкую упаковку.

Молоко белковое. Этот продукт особенно показан тем, кому по состоянию здоровья нельзя употреблять много жиров.

По органолептическим показателям белковое молоко полностью соответствует цельному молоку. Несмотря на пониженную массовую долю жира, белковое молоко по пищевой ценности не уступает цельному пастеризованному, а по белковому составу превосходит его.

Для выработки белкового молока используют молоко цельное и обезжиренное с кислотностью не выше 19 °Т. Для повышения СОМО в смесь добавляют сухое обезжиренное молоко распылительной сушки или сгущенное обезжиренное молоко без сахара с кислотностью не более 60 °Т. Однако такое молоко имеет незначительный срок хранения, что затрудняет его применение в производстве. Нормализованную смесь готовят по рецептурам. Если для нормализации используется сухое обезжиренное молоко, то вначале смешивают обезжиренное и цельное молоко, а затем в небольшой части этой смеси, нагретой до 38–45 °С, растворяют сухое обезжиренное молоко. Полученный раствор фильтруют, добавляют к основной массе молока и тщательно вымешивают. В дальнейшем все технологические операции осуществляются так же, как и при выработке цельного пастеризованного молока.

Молоко с наполнителями. Внесением в молоко различных вкусовых добавок (сахара, какао, кофе, фруктово-ягодных и плодовых соков и др.) вырабатывают молочные напитки самого широкого ассортимента. Используется не только цельное, но и обезжиренное молоко, пахта и сыворотка.

По органолептическим показателям молоко с наполнителями должно иметь чистый вкус без посторонних, не присущих данному продукту привкусов, и запах с выраженным ароматом, свойственным наполнителю. Цвет, обусловленный цветом наполнителя, должен быть равномерным по всей массе, консистенция – в меру вязкой, однородной.

Наиболее распространены молочные напитки с добавками кофе и какао. В них допускается незначительный осадок какао или кофе. В молочных напитках должно содержаться жира 3,2; 0,4–1,5; 0,2–0,5%, сахарозы в молоке с какао – не менее 12, с кофе – 7%, какао в напитке не менее 2,5, кофе – 2%. Молоко с какао при кипячении не должно давать хлопьев.

Напитки вырабатывают из цельного или обезжиренного молока кислотностью не более 19 °Т, а также сливок с кислотностью плазмы не более 24 °Т. Можно также использовать цельное сгущенное молоко с сахаром и цельное сухое молоко распылительной сушки.

Технология производства напитков аналогична технологии получения пастеризованного молока, но включает дополнительную операцию по приготовлению и внесению наполнителей. Из какао-порошка предварительно готовят сироп. Для этого к просеянному порошку добавляют равную часть сахарного песка, тщательно перемешивают массу до равномерного распределения составных частей и вносят порциями при постоянном помешивании три части нагретого до 60–65 °С молока. Затем смесь пастеризуют при 85–90 °С и выдерживают при этой температуре 30 мин. Полученный сироп фильтруют и смешивают с молоком.

Несмотря на тонкий помол, какао-порошок в молоке образует значительный осадок. Чтобы избежать этого, в напиток в виде 5–10% раствора вводят агар из расчета 1 кг на 1 т смеси. Агар предварительно промывают в проточной водопроводной воде и нагревают при постоянном перемешивании до температуры 90 °С. После того как агар полностью растворится, его фильтруют и в горячем виде вводят в подготовленную смесь при температуре 60–65 °С. Далее смесь пастеризуют при 85 °С, гомогенизируют при давлении 10–15 МПа и охлаждают до 5–8 °С.

При выработке молока с кофе наполнитель вводят в виде кофейного экстракта. Для этого весь порошок кофе смешивают с 3–4 частями горячей воды, кипятят в течение 5 мин и оставляют на 30 мин. За время выдержки сухие вещества кофе полнее переходят в раствор, а крупные частицы оседают на дно. Полученный экстракт осторожно сливают и вносят в нормализованное сладкое молоко. Смесь молока с экстрактом пастеризуют при 85 °С без выдержки, гомогенизируют при давлении 10–15 МПа, а затем охлаждают до 5–8 °С. Срок реализации продукта не более 36 ч при температуре не выше 8 °С с момента выработки.

Молоко «Школьное» и «Волжское». Молоко «Школьное» изготовляют по такой же технологии, что и цельное пастеризованное молоко. Отличие состоит в том, что в нормализованное молоко вносят в качестве наполнителя микробиологический каротин или концентрат морковного сока, полученный путем коагуляции последнего при 116–120 °С с последующим охлаждением до 5 °С и добавлением сахара, лимонной и аскорбиновой кислот. Концентрат содержит 36–44% сухих веществ, 65–75 мг/100 г каротина, 34–39% углеводов. Концентрат вносят в молоко при 40–60 °С в количестве 0,3–0,5% после предварительного смешивания с молоком в соотношении 1:6, затем вводят 0,001–0,003% аскорбиновой кислоты. Смесь гомогенизируют при давлении 16–18 МПа и

температуре 45–55 °С, пастеризуют при температуре 85–95 °С с выдержкой 2–4 с, охлаждают до 4–8 °С и добавляют в смесь 0,006–0,008% аскорбиновой кислоты. Для повышения содержания белков перед гомогенизацией вносят 0,5–2% сухих сывороточных белков.

Молоко «Волжское» вырабатывают из молока 2%-ной жирности, внося перед пастеризацией восстановленную при 35 °С белково-углеводную основу с содержанием сухих веществ (11±1)%.

Молоко с пониженным содержанием лактозы или солей натрия. При сердечно-сосудистых заболеваниях, гипертонии, болезни почек потребление молока противопоказано из-за содержания в нем 475–600 мг/л натрия. Для таких больных выпускается молоко с низким содержанием натрия (25–50 мг/л). Излишний натрий удаляется методом катионного обмена при температуре 2–5 °С. При этом pH молока не изменяется, несколько уменьшается содержание солей кальция и магния, а калия – увеличивается.

Технология молока с низким содержанием лактозы предусматривает удаление из молока 86% имеющейся лактозы путем ультрафильтрации. Это количество лактозы заменяют мальтодекстрином.

Молоко пастеризованное пониженной жирности с солодом и вкусовыми добавками. Такое молоко вырабатывают из нормализованного пастеризованного молока с добавлением солодового экстрата. Последний приготовляют из тонкоизмельченного солода и пшеничной муки, в которых произошла ферментация с расщеплением компонентов (крахмала и др.). Ферментацию проводят путем ступенчатого нагрева водной суспензии солода и муки до температуры 68–72 °С. В процессе ферментации происходит расщепление полимеров сырья (крахмала, глюкана, белков и др.) под действием гидролитических ферментов солода. Крахмал расщепляется примерно на 50% с образованием в качестве основного продукта гидролиза – мальтозы. Когда температура экстрата будет выше 72 °С, осахаривание практически прекращается вследствие инактивации фермента амилазы. Приготовление солодового экстракта можно проводить в ванне с мешалкой.

Отфильтрованный солодовый экстрат добавляют в нормализованное молоко, перемешивают в течение 10–15 мин и пастеризуют при (78±2) °С с выдержкой 20 с. Для улучшения вкуса молоко рекомендуется гомогенизировать при давлении (10,0±2,5) МПа.

Готовый продукт должен иметь чистый, сладковатый вкус и запах с привкусом и запахом солода; цвет белый со слегка сероватым оттенком; по консистенции – однородная, слегка вязкая жидкость, допускается наличие осадка из мелких частичек муки и солода. Продукт имеет массовую долю жира не менее 1,5%, кислотность – не более 20 °Т, плот-

ность – не менее 1035 кг/м^3. Он богат углеводами, растительными белками и биологически активными веществами, особенно витаминами B_1 и PP, содержание которых соответственно в 4 и 8 раз больше, чем в обычном пастеризованном молоке.

Продукт выпускается в мелкой упаковке и во флягах.

Молоко стерилизованное

В последние годы в нашей стране все большей популярностью пользуется молоко стерилизованное. В зарубежных странах до 40% питьевого молока употребляется в стерилизованном виде. По сравнению с пастеризованным оно обладает более высокой стойкостью и выдерживает длительное хранение и транспортирование даже без охлаждения. Поэтому стерилизованное молоко удобно и экономически выгодно использовать для снабжения населения отдаленных районов, не имеющих достаточной сырьевой базы, а также крупных промышленных центров и новостроек.

По органолептическим показателям молоко стерилизованное не должно в значительной мере отличаться от пастеризованного. Высокая стойкость стерилизованного молока связана с тем, что в процессе стерилизации уничтожается не только вегетативная, но и споровая микрофлора.

Молоко стерилизованное выпускают в стеклянных узкогорлых бутылках из бесцветного стекла (или окрашенного, менее светопроницаемого), упакованных кронен-корковыми пробками; полиэтиленовых пакетах и пакетах тетра-пак вместимостью 0,25 и 0,5 л из комбинированного материала. Бумага пакетов с наружной стороны покрыта парафином, а с внутренней – слоем фольги и полиэтилена. Она должна иметь не более 10 колоний микроорганизмов на 100 см^3 площади.

Молоко в бутылках и полиэтиленовых пакетах производят с массовой долей жира не менее 2,5 и 3,2%, кислотностью не более 20 °Т; в пакетах из комбинированного материала – с массовой долей жира 2,5 и 3,5%.

При выработке стерилизованного молока качество исходного сырья и особенно его обсемененность споровыми микроорганизмами приобретают особое значение. На стерилизацию направляется отборное по качеству свежее молоко с кислотностью не выше 16–18 °Т, плотностью не ниже 1027 кг/м^3, степенью чистоты по эталону не ниже 1-й группы и бактериальной обсемененностью по редуктазной пробе не ниже 1-го класса, без посторонних привкусов и запахов. Анализ сырья по редуктазной пробе проводят не реже одного раза в 5 дней. При этом количество споровых бактерий не должно превышать 100 в 1 мл. Сливки и обезжиренное молоко, применяемые для нормализации, должны быть получены из молока высшего сорта и выдерживать алкогольную пробу.

Используют сливки с 30% массовой долей жира и с кислотностью плазмы, не превышающей 22 °Т. Обезжиренное молоко должно иметь кислотность не выше 19 °Т.

Молоко, направляемое на стерилизацию, проверяется также на термоустойчивость по алкогольной пробе. Для этого смешивают по 2 мл молока и 72–75%-ного этилового спирта. Если молоко выпускают в бутылках и полиэтиленовых мешках, используют 72%-ный этанол, а если в пакетах из комбинированного материала – 75%-ный. Если коагуляции белков не произошло, то молоко пригодно для стерилизации. Более точной является *тиглевая проба*, при которой пробирку из молибденового стекла с 2 мл молока помещают в ультратермостат и нагревают до температуры 135 °С. Если после этого консистенция молока не изменилась, то оно считается термоустойчивым.

В зависимости от режимов стерилизации в той или иной мере происходят физико-химические изменения компонентов молока, что снижает его пищевую ценность. Чтобы максимально уничтожить споровую микрофлору, необходимы не только повышенные температуры тепловой обработки (115–145 °С), но и такая выдержка, при которой вся масса жидкости будет нагрета до температуры стерилизации. В результате неравномерного нагревания жидкости пристенные области раньше достигают температуры стерилизации и подвергаются ее воздействию более длительное время, чем центр. Хотя этим достигается определенный эффект стерилизации, однако в пристенных слоях происходят нежелательные, более глубокие физико-химические изменения компонентов молока. Технологически можно интенсифицировать распространение теплоты в массе жидкости теплопроводностью путем возбуждения конвективных потоков или перемешивания.

Стерилизация молока в бутылках во вращающихся автоклавах позволяет сократить время выдержки с 30 до 20 мин при температуре стерилизации 115 °С, но качество молока заметно не улучшается. Оно приобретает кремоватый цвет вследствие образования меланоидинов и выраженный привкус пастеризации.

Значительно меньшие физико-химические изменения молоко претерпевает в процессе ультравысокотемпературной стерилизации (УВТ) при температуре 135–145 °С с выдержкой 2–4 с. С повышением температуры микроорганизмы погибают быстрее, чем происходят физико-химические изменения компонентов молока. Эффективность стерилизации определяется логарифмом отношения конечной концентрации спор к начальной. При использовании УВТ-режима стерилизованное молоко имеет белый цвет и не приобретает ярко выраженных вкуса и запаха кипяченого молока.

Производство стерилизованного молока может осуществляться по двум схемам: с одноступенчатым и двухступенчатым режимами стерилизации. По одноступенчатой схеме молоко стерилизуют один раз (до или после фасования), а при двухступенчатой – два раза (сначала в потоке, а затем в бутылках). Двухступенчатая обработка в большей степени гарантирует стерильность продукта, чем одноступенчатая, но сопровождается более глубокими изменениями нативных свойств молока.

Одноступенчатый способ предусматривает стерилизацию при температуре 130–150 °С с выдержкой 2–3 с. После охлаждения до 20–22 °С молоко поступает в буферную емкость, а затем в асептических условиях его разливают в тару разового потребления. Известны два типа теплообменных установок для стерилизации, различающихся способами нагрева молока в потоке: посредством передачи молоку теплоты от греющего пара через стенку (пластинчатые аппараты, трубчатые по типу «труба в трубе» или комбинация этих аппаратов – установки с косвенным нагревом), а также в результате непосредственного контакта пара с молоком (пароконтактный способ, или уперизация). При пароконтактном способе пар инжектируется в поток молока или же, напротив, струя молока впрыскивается в емкость с паром. Этот способ стерилизации требует асептических условий фасования. По этому способу работает линия ВТИС производительностью от 2000 до 12000 л/ч (рис. 6.1).

Очищенное и нормализованное молоко направляется в уравнительный бак, откуда насосом перекачивается в пластинчатые теплообменники. Здесь под действием сокового пара, поступающего из вакуум-камеры, и острого пара продукт нагревается до 75 °С, после чего насосом высокого давления подается в инжектор, где в продукт вводится пар, который за доли секунды нагревает молоко до 140 °С. При этой температуре молоко выдерживается в течение 4 с и нагнетается обратным клапаном в вакуум-камеру. Здесь из молока удаляется столько же пара, сколько было введено в инжектор, и температура продукта снижается до 77 °С. Затем насосом молоко подается в гомогенизатор, а потом охлаждается до 20 °С в охладителе и поступает на фасование. При необходимости молоко можно временно хранить в асептическом резервуаре. Все оборудование, через которое проходит стерилизованное молоко после вакуум-камеры, работает в асептических условиях. Если нагрев молока в инжекторе был недостаточным, датчик температуры приводит в действие обратный клапан, и молоко через вакуум-камеру и пластинчатые охладители возвращается в уравнительный бак для повторной стерилизации. Поэтому не обработанный до заданной температуры продукт не проникает в стерильную часть установки, что исключает перебои в ее работе.

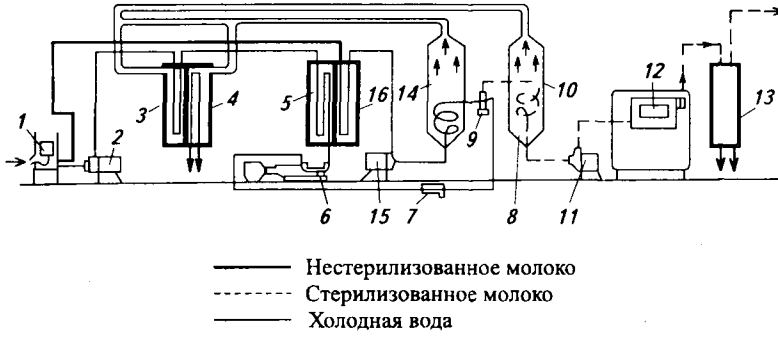


Рис. 6.1. Схема работы пароконтактной стерилизационной установки: *1 – уравнительный бак; 2, 15 – центробежные насосы; 3, 5 – пластинчатые подогреватели;4 и 16 – пластинчатые охладители; 6 – насос высокого давления; 7 – инжектор; 8 – выдерживатель; 9 – обратный клапан; 10 – вакуум-камера для стерилизованного молока; 11 – насос для стерилизованного молока; 12 – гомогенизатор; 13 – охладитель стерилизованного молока; 14 – вакуум-камера для стерилизованного молока, возвращаемого для повторной стерилизации*

На фасование молоко подается при помощи сжатого воздуха и на автоматах фасуется в асептических условиях, упаковочный материал стерилизуется путем обработки раствором пероксида водорода, а затем воздействием бактерицидной лампы. При этом пероксид водорода разлагается на водород и атомарный кислород, а температура поверхности упаковочного материала повышается до 200–250 °С. Эффективность стерилизации таким методом достигает 99,9%.

Для изготовления пакетов используют бумагу с двухсторонним покрытием полиэтиленом или с дополнительным покрытием слоями полиэтилена и алюминиевой фольги (пятислойная).

Линия «Стеритерм» работает с применением косвенного нагрева. Охлажденное нормализованное молоко в пластинчатом теплообменнике нагревается до 66 °С путем теплообмена с горячим стерилизованным молоком, поступающим из гомогенизатора. Подогретое молоко подается насосом в стерилизатор и нагревается до 137 °С, оттуда – в выдерживатель, где выдерживается 4 с, а далее – в пластинчатый теплообменник для охлаждения до 70 °С и в асептический гомогенизатор, где обрабатывается под давлением 20–25 МПа. Гомогенизированное молоко охлаждается до 20 °С в пластинчатом теплообменнике и далее попадает через асептическую емкость или непосредственно к фасовочному автомату. Производительность линии составляет 1000–8000 л/ч.

В линии «Элекстер» для стерилизации молока используется электроэнергия. Цилиндрический стерилизатор состоит из трубчатых элементов производительностью 1000 л/ч, где гомогенизированное молоко сте-

рилизуется при температуре 140 °С с выдержкой 2 с. Фасуется молоко на асептическом автомате (2000 упаковок в час) в полимерные светонепроницаемые мешочки вместимостью от 0,2 до 0,5 л. Полимерная пленка стерилизуется ультрафиолетовым излучением. В зону фасования подается стерильный воздух. Перед наполнением мешочка воздух внутри заменяется стерильным инертным газом.

За рубежом при одноступенчатом режиме стерилизации фасование молока в асептических условиях проводится в светонепроницаемые полиэтиленовые мешочки, которые могут быть окрашены в различные цвета. Для кратковременного хранения молока (до 20 дней) используется однослойная пленка, для продолжительного хранения (до 90 дней) – сложная трехслойная пленка.

Машину для фасования стерилизованного молока необходимо устанавливать в асептическом помещении, воздух в котором очищается бактериологическими фильтрами.

Двухступенчатый способ стерилизации молока предусматривает предварительную стерилизацию молока в потоке и повторную стерилизацию фасованных продуктов в бутылках.

Предварительная стерилизация молока в потоке выполняется в трубчатом регенеративном стерилизаторе. Нормализованное, очищенное холодное молоко (4–6 °С) поступает из емкости для хранения в уравнительный бак, откуда насосом нагнетается в первую секцию рекуперации трубчатого стерилизатора и нагревается до 60–65 °С от горячего молока, уже прошедшего стерилизацию. Подогретое молоко подается в гомогенизатор, где обрабатывается при давлении 15–20 МПа, а затем во вторую секцию, где нагревается до 85 °С, и затем направляется в секцию стерилизации. Гомогенизированное молоко в секции стерилизации нагревается до 135–140 °С и поступает для выдержки в течение 20 с в трубчатый выдерживатель. Затем стерилизованное молоко проходит последовательно вторую и третью секции рекуперации, охлаждаясь до 20–25 °С, и поступает в промежуточные емкости для резервирования (две по 6000 л). Общая длительность тепловой обработки и гомогенизации составляет 5 мин. Перед фасованием молоко подогревается до 60–65 °С и самотеком поступает в фасовочно-укупорочный автомат для фасования молока в узкогорлые бутылки по 0,5 л. Бутылки предварительно моют и дезинфицируют в бутылкомоечной машине, они подаются на фасовочно-укупорочный автомат с температурой 60 °С. Это предотвращает термобой бутылок. Так как объем молока при последующей стерилизации может увеличиться, бутылки на 4–8 см не заполняются. Бутылки герметично укупоривают кронен-корковыми пробками, после чего они подаются в четырехбашенный стерилизатор непре-

рывного действия, где проходят последовательно через четыре колонки. В первой бутылки с молоком нагревают водой до 90 °С, во второй их стерилизуют паром при 116–118 °С в течение 12–15 мин, в третьей и четвертой они охлаждаются и выходят из стерилизатора с температурой около 45 °С. Далее из стерилизатора бутылки подают конвейером к этикетировочной машине, а затем укладывают в ящики и направляют в камеру для хранения. Производительность линии – 6000 бутылок в час.

Одноступенчатый режим стерилизации сопровождается наименьшим изменением нативных свойств молока, оно имеет белый цвет и по вкусу и запаху почти не отличается от пастеризованного молока. Двухступенчатый режим стерилизации вызывает довольно глубокие изменения составных частей молока, но обеспечивает высокую стойкость продукта, который может храниться в неохлаждаемых помещениях более года. Двухступенчатый режим применяют, когда продукт нужно транспортировать на большие расстояния или длительно хранить. Для местного потребления используют более распространенный одноступенчатый режим стерилизации.

В стерилизованном молоке выделяется 36–45% мелкодисперсной части казеина. В значительной мере происходит разрушение витаминов: А – на 10–35%, B_1 – на 22–24, B_2 – на 5, B_6 – на 25 (при стерилизации в таре), B_{12} – на 15–20, С – на 10–60%. Больше всего витаминов разрушается при стерилизации фасованного молока.

В помещениях, защищенных от прямого солнечного света, стерилизованное молоко может храниться до 2 мес. со дня выработки при температуре от 1 до 20 °С.

Для детей вырабатывают витаминизированное стерилизованное молоко с витаминами А (0,3 мг/л), С (20 мг/л) и D_2 (0,0125 мг/л). Жирорастворимые витамины предварительно эмульгируют в небольшой порции молока, а витамин С растворяют в небольшом количестве прокипяченной воды. В отличие от обычного стерилизованного фасование витаминизированного молока производят в бутылки и пакеты вместимостью 0,2 л, при стерилизации в таре применяют более мягкие режимы термообработки (температура 110 °С, выдержка 15 мин), хранение предусматривается в охлажденном виде при температуре 0–6 °С.

Стерилизованное молоко с ферментом лактазой выпускается для людей с лактазной недостаточностью. Лактазу вносят в незначительных количествах перед фасованием, так как при стерилизации она инактивируется.

Какао с пониженным содержанием лактозы выпускается для детей школьного возраста с связи с участившимся кариесом зубов. К пастери-

зованному цельному молоку добавляют фермент β-галактозидазу в концентрации 430 мг/л. Молоко с ферментом при слабом помешивании выдерживают в течение 16 ч при 4–5 °С. Затем вносят 2% шоколадного наполнителя и 4% сахара, гомогенизируют и подвергают УВТ-обработке для инактивации фермента. Содержание лактозы снижено с 40 до 3 г/л, общее содержание углеводов составляет 82,2 г/л.

Сливки и сливочные напитки

Сливки вырабатывают пастеризованные, стерилизованные и взбитые, кроме того, выпускают сливочные напитки (табл. 6.2).

Сливки пастеризованные. Сливки вырабатывают с массовой долей жира 8, 10, 20 и 35%. Они должны иметь приятный, слегка сладковатый вкус, однородную консистенцию, несколько повышенную вязкость, белый с кремовым оттенком цвет. Кислотность в зависимости от массовой доли жира для 8%-ных и 10%-ных – не выше 17–19 °Т, 20%-ных – 18 и 35%-ных – 17 °Т.

Технологический процесс производства пастеризованных сливок аналогичен производству пастеризованного молока. Для их выработки используют натуральные, сухие или пластические сливки, а также сливочное масло, цельное и обезжиренное молоко. Из компонентов составляется нормализованная смесь необходимой жирности. Пластические сливки предварительно разрезают и расплавляют в горячем молоке при температуре не выше 60 °С, чтобы не вытапливался жир. Сухие сливки вначале растворяют в подогретой до 45–50 °С воде, затем фильтруют и смешивают с остальными компонентами. Для равномерного распределения жира, повышения его дисперсности с целью предупреждения отстоя сливки гомогенизируют при температуре 55–60 °С и давлении 5–10 МПа. Чем выше жирность сливок, тем ниже давление, применяемое при гомогенизации.

При пастеризации сливок жировые шарики прогреваются медленнее плазмы и могут оказывать защитное воздействие на микроорганизмы, поэтому с увеличением массовой доли жира в сливках избираются более

6.2. Массовая доля компонентов в сливках и сливочных напитках, %

Продукты	Жир	СОМО
Сливки:		
пастеризованные	8; 10	7,5
	20	6,6
	35	5,6
стерилизованные	10	7,8
взбитые	27,5	5,8
Сливочные напитки	10	2,7

высокие температуры пастеризации. Для сливок 8%-ной и 10%-ной жирности – 78 и 80 °С, 20%-ной и 35%-ной – 85–87 °С с выдержкой 15–30 с. Сливки фасуют в бутылки, пакеты и полимерную тару по 0,25 и 0,5 л. Срок реализации – не более 24 ч при температуре 3–6 °С.

Сливки стерилизованные должны иметь чистый вкус и запах, с выраженным привкусом пастеризации, однородную консистенцию и равномерный белый цвет с кремовым оттенком. Массовая доля жира в них должна быть не менее 10%, кислотность – не выше 19 °Т, температура при выпуске с предприятия – не выше 20 °С. Для повышения термостойкости сливок в них вводят соли-стабилизаторы (трехзамещенный лимоннокислый или двухзамещенный фосфорнокислый натрий $Na_3C_6H_5O_7 \cdot 5H_2O$; $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$) в количестве 0,01–0,1%. Доза вносимых солей устанавливается по результатам алкогольной пробы.

Технологический процесс выработки стерилизованных сливок осуществляется по тем же схемам, что и производство стерилизованного молока, двух- или одноступенчатым способом. При двухступенчатом – сливки гомогенизируют при давлении 11–17 МПа, стерилизуют при температуре 135 °С с выдержкой 20 с. Продукт фасуют в узкогорлые бутылки, укупоривают и стерилизуют в гидростатическом стерилизаторе при температуре 110 °С с выдержкой 18 мин, или нагревают в автоклаве до 117 °С в течение 15 мин и стерилизуют при этой температуре 25 мин, охлаждают до 20–25 °С в течение 35 мин. Перед стерилизацией в автоклаве сливки пастеризуют при 90–95 °С, гомогенизируют, охлаждают до 65–70 °С и разливают в бутылки.

Срок реализации сливок – 30 дней с момента выработки при температуре 15–20 °С.

Сливки взбитые . Массовая доля жира во взбитых сливках должна быть не менее 27,5%, наполнители – ванилин, шоколад и плодово-ягодные сиропы.

Взбитые сливки в зарубежных странах пользуются большим спросом и их ассортимент значительно расширен. Сливки вырабатывают с массовой долей жира 10, 28, 38% и др., с добавками сахарозы, лактозы, меда, молочных белков, в том числе сублимированных сывороточных, обезжиренного творога, различных заквасок, вкусовых и ароматических добавок, специй, фруктов, стабилизаторов (смесь микрокристаллической целлюлозы и щелочной карбоксиметилцеллюлозы и многие другие), красящих веществ. При использовании обезжиренного творога его смешивают в смесителе со взбитыми сливками.

При холодном сепарировании получают сливки с большей взбитостью и стабильной консистенцией по сравнению со сливками из подогретого молока. Сливки пастеризуют или стерилизуют соответствен

но при температурах 85–96 и 140–150 °С. Стерилизованные сливки при УВТ взбиваются труднее, поэтому целесообразно в них добавлять стабилизаторы.

Для взбивания охлажденных сливок применяют ручные приспособления и взбивальные машины. Вручную сливки взбивают в течение 83–157 с. Машина в виде круглого резервуара с мешалкой из двух плоских пластин, расположенных под прямым углом одна к другой, взбивает сливки повышенной жирности за 8–10 с, средней жирности – за 15–20 с. Взбитость сливок достигается в первом случае 88%, во втором 99%. Взбивание и фасование стерилизованных сливок проводится в асептических условиях. Сокращение продолжительности взбивания и увеличение взбитости достигается при добавлении к сливкам сывороточного пермеата, лактозы и сахарозы.

Взбитые сливки фасуют в полиэтиленовые бутылки, ароматизированные – в аэрозольную упаковку.

Сливочные напитки. Сливочные напитки изготовляют с сахаром, какао и кофе по той же технологической схеме, что и аналогичные напитки из молока. Пастеризацию проводят при температуре 85–87 °С, гомогенизацию – при давлении 9,8–11 МПа. Готовые напитки должны содержать массовую долю жира не менее 10%, сахара – 7–10, какао – 2,5% или экстракт из 2% кофе. Кислотность должна быть не более 20 °Т. Срок реализации составляет не более 12 ч при температуре не выше 8 °С.

Глава 7. Диетические кисломолочные продукты

По производству диетических кисломолочных продуктов и разнообразию их ассортимента Россия занимает ведущее место в мире. Их ассортимент увеличивается с каждым годом.

В нашей стране вырабатывают кефир, простокваши (обыкновенная, болгарская, или мечниковская, южная, ацидофильная, варенец, ряженка), напитки «Южный», «Снежок» и др., ацидофилин и ацидофильно-дрожжевое молоко, йогурт, кумыс, продукты с бифидобактериями, а также различные национальные диетические кисломолочные продукты (айран, мацун, куранга и пр.).

Для выработки диетических кисломолочных продуктов используют цельное и обезжиренное молоко, сливки, пахту, консервированное молоко (сухое, сгущенное и стерилизованное). Кроме коровьего используется молоко кобылье, овечье, козье, верблюжье, буйволиц, ячих и некоторых других животных. Ряд диетических кисломолочных продуктов изготовляют с добавлением сахара, джемов, фруктово-ягодных сиропов, корицы и других биологически ценных наполнителей. Диетические кисломолочные продукты получают путем сквашивания молока молочнокислыми бактериями.

Свойства и биологическая ценность диетических кисломолочных продуктов

Для производства диетических кисломолочных продуктов отбирается молоко, отвечающее требованиям высшего сорта, т. е. свежее, приятное по вкусу и запаху, нормальной консистенции и цвета.

Диетические кисломолочные продукты в зависимости от вида имеют сметанообразную, тягучую, в виде плотного сгустка, жидковатую, пенящуюся консистенцию, приятные освежающие вкус и аромат и обладают высокими питательными свойствами. Диетические и лечебные свойства этих продуктов были известны с древнейших времен. Путем наблюдений люди обнаружили, что потребление этих продуктов оздоравливает организм, предохраняет его от некоторых заболеваний и преждевременной старости. Диетические кисломолочные продукты усваиваются организмом легче и быстрее, чем молоко (табл. 7.1).

Быстрая усвояемость диетических кисломолочных продуктов связана с меньшей затратой пищеварительных соков на свертывание молока, кроме того в этих продуктах частично произошел протеолиз белков и другие изменения. Диетические кисломолочные продукты создают здоровую кислую реакцию в кишечнике и подавляют развитие посторонней микрофлоры.

7.1. Усвояемость молока и простокваши

Продолжительность усвояемости, ч	Усвояемость, %	
	молоко	простокваша
1	32	91
2	36	92
3	44	95,5

Большую роль в распространении кисломолочных продуктов в России сыграли труды великого русского физиолога И. И. Мечникова. Долголетие болгар он объяснял систематическим потреблением йогурта, полученного сквашиванием овечьего молока. Число людей, достигших столетнего возраста, в Болгарии в тысячу раз больше, чем в Германии, где кисломолочные продукты не являются традиционными. И. И. Мечников считал, что в процессе воздействия на пищу гнилостной микрофлоры в кишечнике человека образуются ядовитые вещества: фенол, скатол, индол, сероводород и другие. Эти яды всасываются нашим организмом и оказывают губительное воздействие на нервную и кровеносную системы, вызывая преждевременную старость. Гнилостная микрофлора проявляет свою активность только в нейтральной или щелочной среде, молочнокислая микрофлора в кишечнике создает кислую среду и подавляет развитие гнилостной и патогенной микрофлоры. И. И. Мечников выделил из йогурта молочнокислую палочку, которую назвал болгарской. Он считал, что болгарская палочка способна приживаться в толстом кишечнике человека и вырабатывать там молочную кислоту. Кисломолочный продукт, вырабатываемый с помощью болгарской палочки, назвал лактобациллином (мечниковская простокваша) и рекомендовал как профилактическое средство от кишечных заболеваний. И. И. Мечников ошибся, болгарская палочка не приживается в кишечнике человека.

Позднее, в 1903 г., Подгаецкий выделил из кишечника грудного ребенка бактерию, более устойчивую к воздействию щелочей и соляной кислоты, близкую по свойствам к болгарской и названную ацидофильной палочкой. Она легче приживается в кишечнике человека, сбраживает не только молочный, но и другие сахара, в результате жизнедеятельность ее при отсутствии лактозы не прекращается. Ацидофильная палочка обладает более сильными антибиотическими свойствами и вырабатывает антибиотик низин.

В производстве кисломолочных продуктов применяют также молочнокислый, сливочный и ароматообразующий стрептококки, кефирные грибки, кумысные дрожжи, молочнокислую палочку, бифидобактерии. Под действием ферментов, выделяемых молочнокислой микрофлорой, происходит сбраживание молочного сахара с образованием молоч-

ной кислоты, иногда и других кислот, спирта, углекислого газа, диацетила. При сквашивании также происходит частичный гидролиз белка с образованием свободных аминокислот и гликолиз глюкозы, появляются метаболиты, значительно изменяющие биофизическую структуру мицелл казеинаткальцийфосфатного комплекса (ККФК) и биоактивность минеральных солей.

В производстве продуктов лечебно-профилактического профиля большое значение придают лактобациллам и бифидобактериям как основным представителям нормальной микрофлоры кишечника.

Все молочнокислые бактерии, применяемые в производстве диетических кисломолочных продуктов, выделяют антибиотики. Это свойство молочнокислых бактерий в основном связано с антагонизмом к другим бактериям, в том числе к гнилостным и патогенным.

Сливочный стрептококк (*Lc. cremoris*) выделяет антибиотик диплококцин, который представляет собой протеиноподобное вещество с относительно небольшим молекулярным весом, не содержит серы и фосфора. Диплококцин не теряет своей активности после кипячения в кислой среде в течение 2 часов, но инактивируется в щелочной среде.

Молочнокислый стрептококк (*Lc. lactis*) выделяет антибиотик низин, представляющий полипептид. Большая часть низина связана с мембранами и клеточными стенками и находится в комплексе с другими полимерами, образуя кальций-низиновый комплекс. Низин бактериостатически действует на пропионовокислые бактерии, стафилококки, сарцины, но не подавляет дрожжи, плесени и грамотрицательные бактерии. Он снижает термоустойчивость бактериальных спор. Адсорбируясь на их поверхности, нарушает проницаемость цитоплазматической мембраны и ингибирует развитие клеток. Низин угнетает развитие некоторых молочнокислых бактерий, поэтому молочнокислый стрептококк неприменим в смешанных закваскаx (в сыроделии). При длительном совместном культивировании другие бактерии приобретают резистентность к низину. Механизм действия низина связан с его способностью реагировать с сульфгидрильными группами (–SH) и этим выключать действие некоторых важных ферментов. Ароматообразующий стрептококк (*Lc. diacetilactis*) выделяет антибиотик, близкий к диплококцину. Молочный, сливочный и ароматообразующий стрептококки подавляют развитие кишечной палочки, сальмонеллы. Особенно активен термофильный стрептококк, введение 1% его в закваску при 42 °С вызывает быструю гибель сальмонеллы. Болгарская палочка еще активнее убивает сальмонеллы. Молочнокислая палочка выделяет антибиотик лактонин. Эта палочка, выделенная из молодых сыров, обладает антагонистическим действием по отношению к золотистому стафилококку.

Сильными антибиотическими и терапевтическими свойствами отличается ацидофильная палочка, приживающаяся в кишечном тракте. Она благоприятно действует на организм, подавляет вредную и патогенную микрофлору кишечника.

Среди ее антибиотических веществ описаны ацидофилин, выделяемый в период максимальной жизнедеятельности культуры, а также лактоцидин, синтезируемый позже. Ацидофилин термостабилен, оптимум его активности проявляется при pH 5,0–5,6. Он угнетает развитие гнилостных бактерий, стрептококков и стафилококков, возбудителей брюшного тифа, паратифов А и В, дизентерии, туберкулеза и дифтерии. Патогенные виды бактерий более чувствительны к лактоцидину, чем сапрофитные, а грамотрицательные бактерии менее устойчивы, чем грамположительные. Лактоцидин активен также против плесневых грибов. Штаммы ацидофильной палочки чувствительны к высоким концентрациям своих собственных антибиотиков.

Ацидофильная палочка обладает огромной активностью и большим спектром терапевтических свойств и широко применяется для лечения кишечно-желудочных заболеваний (холецистита, колита, дизентерии, дисбактериоза), а также туберкулеза, детской грудной астмы, анемии, гепатита, дифтерии, брюшного тифа, ожогов, язв, фурункулов и др. В жидком и сухом виде она используется для лечения как человека, особенно детей, так и молодняка животных.

Бифидобактерии угнетают рост энтеропатогенных кишечных палочек, сальмонелл, палочек дизентерии, стафилококков (золотистого и др.), холерного вибриона.

Бифидобактерии применяются для нормализации кишечной микрофлоры при длительном лечении детей и взрослых антибиотиками, для лечения затяжных форм дизентерии, колитов, дисбактериозов, кишечных расстройств невыясненной этиологии.

Лечебно-профилактические свойства диетических молочнокислых продуктов дополняются способностью их микрофлоры синтезировать витамин С и витамины группы В (B_6, B_{12}), причем чем дольше выдерживаются эти продукты, тем больше в них синтезируется витаминов. Многие бифидобактерии синтезируют следующие витамины (мкг/100 г): пантотеновую кислоту – 0–12; рибофлавин – 0–16; тиамин – 1–2,5; фолиевую кислоту – 3–8; кобаламин – 0,007–0,01. Диетические кисломолочные продукты не только оздоравливают желудочно-кишечный тракт, повышают резистентность организма к заболеваниям, но и благоприятно действуют на нервную систему и обмен веществ.

Наша страна является родиной таких оригинальных методов лечения, как кумысо- и курантолечение туберкулеза, применение ацидо-

фильных паст для лечения долго незаживающих язв, кишечно-желудочных заболеваний, детской астмы, острых и отчетливо выраженных гнилостных процессов в кишечнике, хронических колитов, гемоколитов, запоров и др. Диетические кисломолочные продукты рекомендуется применять при малокровии, истощении, потере аппетита и для профилактики многих заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых и злокачественных опухолей.

Биохимические процессы брожения

По характеру сквашивания молока диетические кисломолочные продукты условно делят на две группы: полученные в результате только молочнокислого брожения (простокваши, ацидофильное молоко, йогурт) и смешанного – молочнокислого и спиртового (кефир, кумыс).

При молочнокислом брожении на молочный сахар воздействует фермент лактаза, выделяемый молочнокислыми бактериями. На первой стадии брожения молекула лактозы расщепляется на две молекулы моносахаридов – глюкозу и галактозу.

В результате ферментативных превращений из глюкозы и галактозы вначале образуется пировиноградная кислота, которая под действием фермента кодегидразы затем восстанавливается до молочной кислоты.

В результате побочных процессов, протекающих одновременно с молочнокислым брожением, из лактозы образуются некоторые летучие кислоты, углекислый газ и др. Под действием ароматообразующих бактерий молочный сахар разлагается, образуя диацетил, придающий продукту специфический запах.

В ходе молочнокислого брожения на образование молочной кислоты, диацетила и других веществ расходуется 20–25% всей содержащейся в молоке лактозы. Остальное количество ее поступает в организм человека и потребляется в процессе жизнедеятельности молочнокислой микрофлоры кишечника.

При смешанном брожении на лактозу воздействуют ферменты молочнокислых бактерий и молочных дрожжей. Молочный сахар вначале также расщепляется на глюкозу и галактозу, из которых образуется пировиноградная кислота. Под действием ферментов молочнокислых бактерий часть пировиноградной кислоты восстанавливается до молочной кислоты, а другая под действием фермента карбоксилазы, содержащегося в клетках молочных дрожжей, расщепляется на уксусный альдегид и углекислый газ:

$$CH_3COCOOH \rightarrow CH_3COH + CO_2$$

Уксусный альдегид восстанавливается в этиловый спирт:

$$CH_3COH + 2H \rightarrow C_2H_6O$$

В общем виде спиртовое брожение можно представить так:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 4C_2H_6O + 4CO_2$$

Образующаяся в процессе молочнокислого и смешанного брожения молочная кислота взаимодействует с казеинаткальцийфосфатным комплексом молока; при этом снижается его отрицательный заряд и отщепляется кальций. В результате частицы казеина теряют устойчивость, агрегируют и коагулируют.

Вследствие биохимических процессов кисломолочные напитки усваиваются значительно легче и быстрее, чем обычное молоко. Например, за 3 ч молоко усваивается организмом на 44%, а простокваша – на 95,5%. Это происходит благодаря частичной пептонизации белков молока с получением легкоусвояемых простых веществ. Образующиеся молочная кислота, углекислый газ, спирт вызывают интенсивное выделение соков и ферментов, ускоряющих усвоение.

Общая технология диетических кисломолочных продуктов

Общим в производстве всех кисломолочных напитков является сквашивание подготовленного молока закваскими и, при необходимости, созревание. Специфика производства отдельных продуктов различается лишь температурными режимами некоторых операций, применением заквасок разного состава и внесением наполнителей.

Долгое время все кисломолочные напитки вырабатывались термостатным методом, при котором заквашенное молоко разливают в мелкую тару и сквашивают при оптимальных для каждого продукта температурах в термостатной камере. После образования сгустка продукт направляют в холодильную камеру, где он охлаждается и при необходимости выдерживается некоторое время для созревания.

В соответствии с резервуарным методом (М. Г. Демуров) сквашивание и созревание продукта проводится в резервуарах с перемешиванием. Это сокращает производственные площади и затраты труда.

Для производства диетических кисломолочных напитков используется молоко не ниже второго сорта, кислотностью не выше 19 °Т, а сливок – кислотностью плазмы не выше 24 °Т.

Нормализованное молоко пастеризуют при температурах 85–87 °С с выдержкой 5–10 мин или 90–92 °С с выдержкой 2–3 с для более полного уничтожения микрофлоры, разрушения ферментов, активизации развития микрофлоры закваски, улучшения консистенции продукта. В этих условиях происходит денатурация сывороточных белков, вследствие чего повышаются гидратационные свойства казеина и его способность к образованию более плотного сгустка, хорошо удерживающего

сыворотку. Этому способствует участие денатурированных сывороточных белков в образовании структуры молочного сгустка.

Тепловая обработка обычно совмещается с гомогенизацией молока при температуре 60–70 °С и давлении 12,5–17,5 МПа, которая обеспечивает получение более однородной и плотной консистенции, а в размешанном состоянии – более вязкой, предупреждает отстой сливок при лучшем удержании сыворотки. В производстве кисломолочных напитков гомогенизация обязательна, так как отстой сливок неизбежен при длительных процессах сквашивания и охлаждения.

Затем молоко охлаждается до оптимальной температуры сквашивания и в него немедленно вносят закваску, чтобы предотвратить развитие посторонней микрофлоры. Закваску обычно вносят в смеситель с помощью дозатора.

При выработке кисломолочных продуктов применяют молочнокислые стрептококки: мезофильные (*Lc. lactis*) с оптимальной температурой развития 30–35 °С и термофильные (*Str. termophilus*) с оптимальной температурой развития 40–45 °С.

Чтобы придать сгустку сметанообразную консистенцию, в закваску вводят сливочный стрептококк (*Lc. cremoris*), оптимальная температура развития которого 30 °С. В состав некоторых заквасок входят ароматообразующие стрептококки (*Str. citrovorus*, *Str. paracitrovorus*, *Lc. diacetilactis*, *Lc. lactis subsp. acetoinicus*, *Lc. lactis subsp. diacetilactis*), энтерококки. В процессе своей жизнедеятельности, кроме молочной кислоты, они образуют летучие кислоты, углекислый газ, спирты, эфиры, диацетил, сообщающие продукту специфический запах, придающий определенные свойства консистенции. Эти микроорганизмы способны к биосинтезу витаминов, аминокислот, углеродсодержащих полимеров.

Комбинацией заквасок придают определенные качества кисломолочному продукту. Оптимальная температура для их развития является 25–30 °С. Микроорганизмы могут повысить кислотность в напитке до 80–120 °Т.

Более сильными кислотообразователями являются молочнокислые палочки. Из них в производстве заквасок широко применяются болгарская палочка (*L. bulgaricum*) и ацидофильная (*L. acidophilum*) и др. с оптимальной температурой развития 40–45 °С и предельной кислотностью сквашивания молока до 200–300 °Т.

Состав заквасок некоторых кисломолочных напитков включает молочные дрожжи, обеспечивающие спиртовое брожение, в результате которого напитки приобретают слегка острый, щиплющий вкус и пенистую консистенцию.

Качество кисломолочных напитков в значительной мере зависит от качества применяемой закваски. Она должна иметь плотный однородный сгусток, приятный вкус и запах, оптимальную кислотность (стрептококковых – не выше 80 °Т, палочковидных – не выше 100 °Т). При повышенной кислотности активность закваски снижается, что увеличивает продолжительность свертывания молока и ухудшает качество готового продукта. Закваску вносят в зависимости от ее активности в количестве от 1 до 5%.

Молоко сквашивается при температуре заквашивания до образования нежного, достаточно плотного сгустка, без признаков отделения сыворотки, и до кислотности несколько ниже, чем в готовом продукте.

По окончании сквашивания продукт немедленно охлаждается. При термостатном способе его направляют в холодильную камеру, где он охлаждается до температуры 6–8 °С. Перемещать продукт следует осторожно, чтобы не допустить нарушения нежного сгустка. Сгусток, полученный резервуарным способом, при легком перемешивании охлаждают в той же емкости подачей ледяной воды в рубашку резервуара. При этом несколько изменяются свойства образовавшегося сгустка.

Молочнокислый процесс с понижением температуры ослабевает, протекает медленно, и постепенно достигается оптимальная кислотность для данного вида продукта, а при 8–10 °С кислотообразование практически прекращается. Происходит также набухание белков, что ведет к связыванию и уменьшению свободной влаги и уплотнению сгустка.

Продукты смешанного брожения (кефир, кумыс, ацидофильно-дрожжевое молоко) после охлаждения подвергают созреванию в холодильных камерах (при термостатном способе) или резервуарах. При этом молочнокислый процесс затухает, активизируются дрожжи в кислой среде, происходит спиртовое брожение с накоплением спирта, диоксида углерода и др., придающих этим напиткам специфические свойства. Созревание продукта в резервуарах длится в зависимости от вида продукта от 12 ч до 3 суток при температуре 8–10 °С. После созревания его разливают и отправляют на хранение в холодильные камеры.

С целью лучшего использования производственных площадей в некоторых странах (Болгарии, Венгрии и др.) сквашивание и охлаждение кисломолочных напитков осуществляются в одной камере путем изменения в ней температуры воздуха.

Хранение до реализации диетических кисломолочных напитков проводят в холодильных камерах при температуре от 0 до 6 °С и влажности 85–90% в условиях строгого санитарно-гигиенического режима. Их выпускают с предприятий при температуре не выше 8 °С после проверки физико-химических и органолептических показателей каждой партии продукта.

Простокваша

Простокваша известна с давних времен и является наиболее распространенным кисломолочным продуктом. Существует много ее разновидностей, различающихся составом микрофлоры заквасок и режимами сквашивания (табл. 7.2). В каждой республике бывшего СССР выпускаются местные национальные виды простокваши: в Украине – ряженка, Армении – мацун, Грузии – мацони, Туркмении – куранга, в Северо-Восточной Азии – айран, в Татарии – катык и др.

Во всех видах простокваши преобладают разновидности термофильных молочнокислых палочек, преимущественно болгарской, в ацидофильной простокваше дополнительно содержится ацидофильная палочка, но напиток можно изготовлять и на одном молочнокислом стрептококке (обыкновенная простокваша, варенец), а в простокваше «Южная» преобладают дрожжи.

Вкус и запах простокваши – чистые, кисломолочные. Варенец и ряженка имеют явно выраженный привкус пастеризации; в простокваше «Южная» допускается спиртовой привкус, а в простокваше с наполнителями, – вкус и запах добавляемых веществ. Цвет простокваши молочно-белый или слегка кремовый, а у ряженки и варенца – выраженный кремовый с буроватым оттенком, равномерный по всей массе. При введении наполнителей простокваша приобретает оттенок, свойственный этим продуктам. Простокваша имеет плотный ненарушенный сгусток, на поверхности которого допускается незначительное отделение сыво-

7.2. Основные показатели производства простокваши

Продукт	Соотношение молочнокислых бактерий в закваске, %			Температура сквашивания, °С	Продолжительность сквашивания, ч	Кислотность готового продукта, °Т
	стрептококк		болгарская палочка			
	мезофильный	термофильный				
Простокваша:						
обыкновенная	5,0	–	–	30 – 35	6 – 8	80 – 110
«Мечниковская»	–	4,0	1,0	40 – 45	3 – 5	80 – 140
«Южная»	–	4,0	1,0	45 – 50	2,5 – 3	90 – 140
	–	3,0	1,0	37	4 – 5	100 – 140
ацидофильная	–	4,0	1,0	40 – 45	2,5 – 3	110 – 140
Ряженка	–	5,0	–	40 – 45	2,5 – 3	80 – 110
Варенец	–	4,0	1,0	40 – 45	3 – 5	80 – 110
	5,0	–	–	37	5 – 6	80 – 120
Йогурт	5,0	4,0	1,0	40 – 42	3 – 4	80 – 110
Напитки:						
«Южный»	–	4,0	1,0	40 – 45	4 – 5	90 – 120
«Снежок»	–	4,0	1,0	40 – 45	4 – 5	100 – 120
«Русский»	5,0	–	–	37	4 – 6	80 – 110

ротки, но не более 3% объема. Ацидофильная и «Южная» простокваши, приготовленные с применением слизистых рас, имеют слегка тягучую консистенцию. Для ряженки и варенца допускается наличие молочных пенок по всей массе, а при выработке резервуарным способом – нарушенный сгусток сметанообразной консистенции. Для уплотнения сгустка можно вносить стабилизаторы (желатин и др.). Простокваша слоеная состоит из равных слоев джема или варенья, расположенных на дне баночки, и плотного сгустка простокваши, находящегося сверху. Массовая доля жира в обычной простокваше, варенце должна составлять не менее 3,2%; в ряженке – 1,0; 2,5; 4 и 6; в Мечниковской – 3,2 и 6%. Кислотность их не должна превышать 110 °Т (с мая по сентябрь допускается 120 °Т), для Мечниковской простокваши – 140 °Т (с мая по сентябрь допускается 150 °Т), для «Южной» – 140 °Т, слоеной – 90 °Т. Массовая доля сахарозы в сладкой простокваше не менее 5%, джема (или варенья) в слоеной – не менее 16, в витаминизированной – витамина С не менее 10 мг/100 г.

Все виды простокваши вырабатывают термостатным способом, за исключением ряженки и варенца, которые можно изготовлять также резервуарным способом. Молоко для ряженки и варенца выдерживают при 92–98 °С 3–4 ч для придания ему интенсивно-буроватого оттенка, вкуса и запаха топленого молока.

При выработке простокваши с наполнителями сахар вносят в молоко до пастеризации, а ароматические вещества, с целью сохранения их запаха – перед заквашиванием.

После образования достаточно плотного сгустка с кислотностью не выше 75 °Т простоквашу осторожно перемещают в холодильную камеру, где она охлаждается до 6–8 °С. В процессе охлаждения белки набухают, сгусток уплотняется, продукт приобретает специфический аромат.

Обыкновенная простокваша изготовляется на закваске мезофильного стрептококка, сквашивание проводится при оптимальной для его развития температуре 30–35 °С в течение 6–8 ч, готовый продукт имеет кислотность 80–120 °Т.

Ряд простокваш изготовляется на термофильной микрофлоре (болгарской, ацидофильной палочках, термофильном стрептококке), сквашивание проводится при 40–45 °С в течение 3–5 ч. Такой закваской пользуются при выработке Мечниковской, Южной простокваш, йогурта. Для них закваска состоит из термофильного стрептококка и болгарской палочки в соотношении 4:1. При изготовлении Южной простокваши иногда добавляют молочные дрожжи (до 1%) для придания продукту особых, характерных вкуса и запаха. При производстве ацидофильной простокваши кроме болгарской палочки (0,5%) и термофильного стреп-

тококка в тех же соотношениях вводят ацидофильную палочку. Ряженку изготовляют на закваске из термофильного стрептококка.

Мацун – простокваша, приготовленная на чистых культурах термофильных молочнокислых стрептококков и палочек. В молоко перед заквашиванием можно добавить 0,6% желатина для улучшения консистенции продукта.

Йогурт – традиционно вырабатывают из овечьего или буйволиного молока, содержание сухих веществ в которых повышено по сравнению с молоком коров. Традиционный йогурт имеет массовую долю сухих веществ не менее 16% и жира – не менее 6%, что значительно улучшает его вкусовые и пищевые достоинства. Йогурт вырабатывают также с наполнителями: жирный сладкий (сахар не менее 5%), жирный плодово-ягодный (сахар не менее 6%). Сейчас вырабатывают также йогурты с различной массовой долей жира: пониженной жирности – 0,3–1,0%, полужирный – 1,2–2,5%, классический – 2,7–4,5%, сливочный – 4,7–10%. В нашей стране йогурт изготовляют из коровьего молока с массовой долей сухих веществ 14–15%, СОМО 10 и 11%, это достигается добавлением сливок, сухого цельного или обезжиренного молока или путем предварительного сгущения коровьего молока.

Вырабатывается йогурт как резервуарным, так и термостатным способами. Болгарская палочка закваски кроме молочной кислоты продуцирует ароматические вещества, а стрептококк – полисахариды, важные для формирования плотной консистенции, особенно когда йогурт вырабатывается резервуарным способом.

При избрании штаммов микрофлоры для йогурта важен тип продуцируемой молочной кислоты: D(–) или L(+), последняя более физиологична для организма человека. Термофильный стрептококк в основном продуцирует L(+), а болгарская палочка – D(–) или смесь L(+)-, D(–)-кислот. Поэтому необходимо подбирать штаммы, обеспечивающие оптимальное соотношение D(–)- и L(+)- кислот.

Для повышения лечебно-профилактических свойств йогурта во ВНИМИ создан симбиоз наиболее ценных штаммов *L. acidophilus*, *Str. thermophilus* в качестве закваски для «русского йогурта».

Сиропы при выработке продукта резервуарным способом вносят в охлажденный сгусток перед фасованием, при термостатном – вводят в смесь при заквашивании с последующим немедленным перемешиванием.

Напиток «Южный» (массовая доля жира 3,2%, кислотность 90–120 °Т) изготовляют резервуарным способом. Он относится к типу простокваши, имеет сметанообразную консистенцию, изготовляется на такой же закваске и при таком же технологическом режиме сквашивания, как йогурт. По достижении кислотности 75–80 °Т сгусток охлаж-

дают с перемешиванием. Для получения более густого продукта охлаждение и перемешивание сгустка начинают при кислотности 85–90 °Т. Кислотность готового напитка должна быть 90–120 °Т. Фасование ведут при 20 °С, последующее охлаждение до 8 °С проводят в холодильной камере. Если охлаждение напитка проводят в потоке, то сгусток из резервуара подают насосом для вязких жидкостей на трубчатый охладитель или пластинчатую установку, где он охлаждается до 6 °С и затем направляется через промежуточную емкость на фасование.

Напиток «Снежок» – сладкий фруктовый кисломолочный напиток, вырабатывается резервуарным методом по типу простокваши, на закваске термофильного стрептококка и болгарской палочки. Консистенция напитка должна быть слегка вязкой и плотной. Сладкий напиток выпускается с массовой долей жира не менее 3,4%, сахара 7%, кислотностью 80–110 °Т, а плодово-ягодный – соответственно 3,0; 14,4% и кислотностью 80–120 °Т. Напиток приобретает привлекательный вид, если в одну емкость наливают послойно две – три разновидности плодово-ягодного напитка вперемешку со сладким. Фасование следует проводить в широкогорлую посуду после охлаждения и так, чтобы слои не перемешивались.

Напиток «Русский» вырабатывают из смеси нормализованного молока и казеината натрия с добавлением или без добавления плодово-ягодных сиропов путем сквашивания закваской из молочнокислых стрептококков. Смесь гомогенизируют и пастеризуют при режимах, принятых для кисломолочных напитков. Сквашивание проводят при температуре 37 °С в течение 4–6 ч. Кислотность готового продукта составляет 80–120 °Т.

Диетические кисломолочные продукты лечебно-профилактического назначения

В настоящее время разработан ряд продуктов лечебно-профилактического назначения по типу простокваши.

Кисломолочный продукт «Тонус» (ВНИМИ, В. Ф. Семенихина и др.) вырабатывается из коровьего молока с различным содержанием жира и белка. Молочная смесь сквашивается селекционированной симбиотической закваской, микрофлора которой обладает способностью синтезировать витамины группы В (B_6, B_{12}) и природные антиоксиданты.

Готовый продукт обладает приятным освежающим вкусом, кислотность его не превышает 90 °Т, благодаря выработанным микроорганизмами антиоксидантам продукт имеет длительный срок хранения, способствует повышению иммунитета, профилактике сосудистых заболеваний, активизирует обмен веществ в организме.

Гералакт (УкрНИИММП). Экспедиция в Абхазию выделила культуру кишечной микрофлоры местных долгожителей. На основе этой культуры разработана закваска стрептосан, куда введены термофильные молочнокислые стрептококки, молочнокислая палочка, бифидобактерии. Последние приживаются в нижнем отделе кишечника. Сквашивание продукта проводят при температуре 37–39 °С, кислотность готового продукта 90–100 °Т. Продукт предназначен для оздоровления организма, профилактики и лечения желудочно-кишечных заболеваний, в том числе инфекционных, дисбактериозов, опухолей прямой кишки, нормализации обмена веществ.

Кисломолочный продукт с использованием медицинского препарата «Полисорб», обладающего радиопротекторными свойствами. «Полисорб» разрешен фармакологическим комитетом, является сорбентом, не всасывается желудочно-кишечным трактом, связывает и выводит из организма токсины, тяжелые металлы, болезнетворные микроорганизмы. Оптимальная норма внесения сорбента в кисломолочный продукт – 4%. Продукт имеет кисломолочный вкус с привкусом сорбента, консистенция плотная, без отделения сыворотки.

Кисломолочные продукты с топинамбуром (К. К. Полянский и др.). В последнее время большое внимание уделяется использованию инулиносодержащего растения топинамбур (*Helianthus tuberosus*). Его целебные свойства обусловлены высоким содержанием инулина (75%), присутствием витаминов и микроэлементов, особенно калия, кремния, фосфора, железа, цинка. Жира в нем содержится 0,4–0,7%, белков – до 7%. Топинамбур усиливает иммунозащитные функции организма, способствует выведению радионуклидов и тяжелых металлов, снижению концентрации глюкозы в крови, нормализации жирового и углеводного обмена, обладает высокой биологической активностью.

Измельченный порошок топинамбура в количестве 0,67% вносят в обезжиренное молоко температурой 80–90 °С и смесь выдерживается 30 мин. Затем охлаждают до температуры заквашивания 32–35 °С и вносят 3–5% закваски на чистых культурах мезофильных стрептококков. Процесс сквашивания длится 6 часов. Готовый продукт имеет приятный кисломолочный вкус с незначительным привкусом топинамбура. Сгусток плотный, однородный, вязкий, без следов газообразования.

Кисломолочный продукт «Олимп» предназначен для непосредственного потребления в качестве десерта. Вырабатывается 1,5 и 2,5%-ной жирности с пищевкусовыми добавками (сахаром – 6,5% или подсластителями, ароматизаторами, красителями) или без них. Продукт 1,5%-ной жирности имеет повышенное содержание сухих веществ (13%) за счет добавления сухого цельного молока. Для получения плотной, стабиль-

ной (без отделения сыворотки) консистенции применяют стабилизаторы фирмы «SBI» (Франция).

Ацидофильные диетические кисломолочные продукты

Ацидофильные напитки обладают наиболее высокими профилактическими и лечебными свойствами. Для их производства применяют закваски, приготовленные целиком или частично на чистых культурах ацидофильной палочки. Их вырабатывают как резервуарным, так и термостатным способами.

Ацидофильное молоко получают путем сквашивания пастеризованного молока при температуре 38–42 °С в течение 3–4 ч. Для сквашивания применяют закваску на ацидофильной палочке слизистой и неслизистой рас в соотношении 1:4, которое можно менять в зависимости от желаемых консистенции и вкуса. Продукт можно вырабатывать также с наполнителями (сахаром, ванилином и др.). Консистенция продукта однородная, напоминающая сметану, слегка тягучая. Массовая доля жира не менее 3,2%, кислотность в пределах 80–130 °Т, но наиболее приятный вкус имеет напиток при кислотности 110–115 °Т, дальнейшее повышение кислотности может привести к появлению металлического привкуса. Сахара в сладком напитке должно быть не менее 7%.

Ацидофилин производится на закваске, состоящей из чистых культур ацидофильной палочки, молочнокислого стрептококка и кефирной закваски в равных количествах. Сквашивание проводят при 30–35 °С в течение 6–8 ч. В зависимости от температуры сквашивания продукт приобретает вкус кефира, ацидофильного молока или простокваши. Ацидофилин вырабатывают термостатным и резервуарным способами, сквашивают до кислотности сгустка 85 °Т. Продукт имеет жирность не менее 3,2%, кислотность 75–130 °Т, наиболее выраженный вкус – при кислотности 100–110 °Т.

Ацидофильно-дрожжевое молоко производится по технологии, разработанной А. М. Скородумовой, изготовляется на комбинированной закваске, состоящей из ацидофильной палочки и молочных дрожжей. Благодаря этому продукт обладает наиболее ценными диетическими и лечебными свойствами, бактерицидным действием по отношению к туберкулезной палочке, стафилококкам, возбудителям дизентерии и тифа. Потребление продукта улучшает аппетит, способствует усвояемости других веществ, поступающих с пищей. Антибиотические свойства ацидофильной палочки и дрожжей усиливаются при совместном культивировании.

Напиток имеет приятный, освежающий, слегка острый кисломолочный вкус с дрожжевым привкусом. Консистенция его однородная,

достаточно плотная, небольшой вязкости, слегка тягучая. Допускается незначительное газообразование и вспенивание, вызываемое развитием дрожжей. Массовая доля жира в готовом продукте 3,2%, кислотность 80–120 °Т. Для детского питания в продукт добавляют 7% сахара.

Пастеризованное молоко сквашивают при 30–32 °С в течение 4–6 ч. Готовый сгусток охлаждают до 10–17 °С и выдерживают не менее 6 ч для развития дрожжей, образования спирта и диоксида углерода. Затем продукт отправляют в холодильную камеру с температурой 6–8 °С, где он хранится до реализации.

Напиток «Московский» по технологии аналогичен ацидофильному молоку, изготовляется с повышенной массовой долей СОМО (11%) и пониженной жирностью (1%). Может вырабатываться с 16% сахара и с плодово-ягодным сиропом (17% сахара).

Наринэ. Л. А. Эрзинкян выделил из кишечной микрофлоры грудных детей палочковидные бактерии, которые отнес к *L. acidophilum*. Штамм группы Ер-1 был использован для приготовления ацидофильного молока. Продукт успешно применялся для лечения дизентерии, энтероколитов, токсической диспепсии детей и взрослых, эффективен в комплексном лечении брюшного тифа. Лечебный эффект обеспечивается антимикробными веществами, продуцируемыми штаммом.

Другой штамм ацидофильной палочки группы Ер-2 был использован Л. А. Эрзинкяном для получения другого ацидофильного продукта Наринэ, изготовляемого путем сушки методом распыления ацидофильного молока Наринэ. Продукт преимущественно используется для лечения детей грудного возраста при смешанном и искусственном вскармливании. Наринэ нормализует микрофлору кишечника, подавляет условно-патогенную микрофлору и гнилостные микропроцессы в кишечнике, нейтрализует ряд токсинов и побочное действие пищевых и лекарственных агентов, способствует увеличению гемоглобина. Самостоятельно лечит дисбактериозы, дизентерию, брюшной тиф, сальмонеллез, энтероколиты предракового состояния и рака, снимает симптомы солнечного удара.

Кефир

Производство кефира в Центральной России (г. Москва) началось 90 лет назад, когда технолог молочного дела Ирина Сахарова вывезла из Северной Осетии в Москву кефирные грибки. Рецепт приготовления кефира горцы хранили в строжайшей тайне, зерна кефирных грибков считали священным даром Магомета и продукт называли «даром небес».

Кефир – продукт смешанного молочнокислого и спиртового брожения. Благодаря высоким вкусовым и диетическим свойствам завоев

огромную популярность и является наиболее распространенным из диетических кисломолочных продуктов. Наличие в продукте небольшого количества спирта (0,1–0,3%) усиливает перистальтику кишечника и ускоряет его усвоение. Кефир полезен для людей любого возраста – с первого года жизни и до глубокой старости. Он повышает аппетит и тонус организма, резистентность к заболеваниям, обладает противоопухолевым действием.

Вкус и запах его – кисломолочные, освежающие, слегка острые; консистенция однородная, напоминающая жидкую сметану, допускается легкое газообразование, вызванное спиртовым брожением. Присутствующий диоксид углерода придает кефиру освежающий, щиплющий вкус и нежную консистенцию. Поэтому кефир предпочтительно фасовать в герметически укупоренные бутылки.

Вырабатывается несколько видов кефира: обезжиренный с массовой долей жира 0,1%; нежирный – 1,2; 1,5; 2,0; 2,5%; маложирный – 2,7; 3,0; 3,2; 3,3; 4,0; 4,5%; классический – 4,7; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0%; жирный – 4,7; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0%; высокожирный – 7,2; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5%; фруктовый – нежирный и с массовой долей жира 1 и 2,5%, соответственно. Массовая доля сухих веществ в нем – соответственно 15, 16 и 17%, а массовая доля сахарозы – 7%. Кефир может быть обогащен витамином С (10 мг/100 г). Кислотность кефира должна быть для жирного и нежирного 85–120 °Т, фруктового – 85–110 °Т, Таллинского – 85–130 °Т.

Кефир – единственный кисломолочный напиток, вырабатываемый в промышленности на естественной симбиотической закваске – грибках. Грибки – различные по форме и величине микробные образования, быстро размножающиеся в молоке и сыворотке. Представляют собой стойкий симбиоз гетероферментативной микрофлоры: мезофильных молочнокислых стрептококков (*Lc. lactis*, *Lc. cremoris*), ароматообразующих (в основном *Leuc. dextranicum*), мезофильных и термофильных молочнокислых палочек, уксуснокислых бактерий и молочных дрожжей.

Мезофильные молочнокислые стрептококки обеспечивают активное кислотообразование с самого начала процесса сквашивания и формирования сгустка. В значительно меньшей степени в этом участвуют молочнокислые палочки. Ароматообразующие молочнокислые стрептококки развиваются медленно, с образованием ароматических веществ и углекислого газа. Дрожжи образуют спирт и диоксид углерода, развиваются еще медленнее, чем молочнокислые стрептококки, активизируются при созревании кефира и в кислой среде. Излишнее развитие дрожжей происходит при повышенных температурах сквашивания и длительной выдержке продукта при этой температуре. Уксуснокислые бактерии

также развиваются медленнее молочнокислых стрептококков и способствуют образованию вязкого сгустка. Излишнее развитие их может привести к формированию слизистой тягучей консистенции продукта.

В кефире преобладает молочнокислое брожение в результате жизнедеятельности гетероферментативных молочнокислых бактерий, которые кроме молочной кислоты продуцируют большое количество летучих кислот, спирт и диоксид углерода, придавая специфические вкус и запах продукту. При гетероферментативном брожении продукт даже с высокой титруемой кислотностью имеет мягкий, сметанообразный вкус за счет высокого pH (5,5–6). Микрофлора кефирной закваски сравнительно нетребовательна к качеству молока.

Для приготовления грибковой закваски грибки в активном состоянии заливают 20–30 частями молока, пастеризованного при температуре 92–95 °С с выдержкой 30 мин и охлажденного до 18–20 °С. При этой температуре происходит сквашивание в течение 18–24 ч. В ходе сквашивания молоко с грибками несколько раз перемешивают. Полученный сгусток отделяют от грибков и получают материнскую закваску, которую выдерживают в течение 12–24 ч при 10–12 °С для увеличения популяции медленно размножающихся дрожжей и ароматообразующих бактерий, которые и придают продукту его специфические вкус и аромат. Материнская закваска обладает высокой активностью, и при ее использовании кефир получается с наиболее характерными вкусом и запахом.

При больших объемах производства материнской закваски не хватает, ее используют для приготовления производственной путем заквашивания пастеризованного молока с внесением 5% материнской. Производственная закваска должна иметь жидкую консистенцию, не тягучую, кисломолочный, слегка щиплющий вкус, кислотность в пределах 85–100 °Т.

Вместо грибковой закваски можно применять закваску на чистых культурах молочнокислых стрептококков, молочнокислых палочек типа бета-бактерий и стрептобактерий, дрожжей, уксуснокислых бактерий, не вызывающих привкусов в продукте.

Кефир вырабатывают термостатным и резервуарным способами. Больше распространен последний, при котором необходимое перемешивание сгустка приближает продукт по консистенции к аульному кефиру. Чтобы получить достаточно прочный сгусток при выработке кефира резервуарным способом, следует использовать молоко с плотностью не менее 1028 кг/м^3. При производстве кефира обязательна гомогенизация молока.

При производстве кефира термостатным способом после розлива заквашенного молока сквашивание проводится в термостатных камерах

летом при температуре 17–20 °С, зимой – при 22–25 °С в течение 8–12 ч до кислотности сгустка 75–80 °Т. Затем продукт подвергается созреванию в этих же камерах при пониженных температурах 14–16 °С или в холодильных камерах при 8 °С в процессе медленного охлаждения. При созревании почти затухает молочнокислое брожение и происходит спиртовое.

При производстве кефира резервуарным способом заквашенное молоко после тщательного перемешивания сквашивается в резервуарах при температуре 20–25 °С в течение 10–12 ч до кислотности 90–100 °Т и необходимой вязкости сгустка (скорость вытекания сгустка из прибора ВКН должна быть 20–30 с). Затем его перемешивают до гомогенной консистенции с одновременным охлаждением до 16 °С подачей ледяной воды в рубашку резервуара, потом медленно – до 10–12 °С в течение 4–6 ч, в состоянии покоя происходит созревание кефира. Накапливаются продукты спиртового брожения, набухают белки, происходит их частичный гидролиз с образованием пептонов, количество которых возрастает с увеличением продолжительности созревания кефира. Созревание длится не менее 12 ч. Готовый продукт разливают в бутылки и пакеты и направляют в холодильную камеру для окончательного охлаждения до 6–8 °С. В среднем весь цикл производства кефира продолжается более 24 ч.

В зависимости от сроков созревания кефир подразделяют: на слабый (односуточное созревание) – содержит алкоголя 0,1–0,2%, обладает послабляющим действием на кишечник; средний (2 суток созревания) – алкоголя 0,2–0,3%; крепкий (до 3 суток) – 0,4–0,6% алкоголя, крепит кишечник. Наличие алкоголя в кефире оказывает положительное воздействие на желудочно-кишечный тракт человека, особенно в зрелом возрасте. С годами ослабевает способность человека синтезировать алкоголь, необходимый для перистальтики кишок и переваривания пищи, этот дефицит восполняет кефир.

Таллинский кефир получил широкое распространение благодаря пониженному содержанию в нем жира и повышенному СОМО. Сухое обезжиренное молоко в соответствии с рецептурой, предварительно растворяют в небольшом количестве нормализованного молока при 45 °С и вносят в предназначенное для производства кефира молоко, нормализованное по массовой доле жира. Вместо сухого обезжиренного молока можно также использовать сгущенное обезжиренное молоко. Нормализованная смесь направляется на выработку кефира.

Фруктовый кефир вырабатывают с добавлением сахара и фруктово-ягодных наполнителей (сиропы, варенье, повидло и ягоды быстрозамороженные и сублимационной сушки). В горячий сахарный сироп вносят протертый фруктовый наполнитель, смесь пастеризуют при 90 °С в тече-

ние 10 мин и охлаждают до 20 °С. Наполнитель вносят в готовый и охлажденный до 8–10 °С кефирный сгусток, смесь перемешивается и подвергается дополнительному созреванию в течение 1–3 ч, после чего фасуется. Вырабатывается фруктовый кефир только резервуарным способом.

Для повышения биологической ценности изготовляют кефир с циклокаром. В готовый и охлажденный до 8–10°С кефирный сгусток вносят поливитаминный препарат (аскорбиновая кислота и бета-каротин) циклокар, который дает положительный эффект при лечении последствий радиационного воздействия.

Кефир ароматизированный изготовляют с массовой долей жира 1,0; 2,5 и 3,2%; кефир ароматизированный витаминизированный с бета-каротином – 2,5 и 3,2%, для условий неблагоприятной радиационно-гигиенической обстановки. В этом кефире вместо сахарозы применяются низкокалорийные подсластители «Ультра-Свитли». Этот вид кефира предназначен для диабетиков.

Кроме того, производят кефир с добавлением инулина из топинамбура, а также кефир «Лесной орешек», кефир с мюсли и другие.

Айран – кисломолочный напиток народов Кавказа – Кабарды, Теберды и Карачая, напоминает кефир, но имеет свои особенности. Вырабатывается он из цельного и обезжиренного молока – коровьего, овечьего или козьего. Закваска для продукта состоит из молочнокислых стрептококков, палочек, дрожжей. Айран в отличие от кефира обладает более тонким, мягким и нежным кисломолочным вкусом и ароматом, имеет нежные хлопья казеина. При более низкой кислотности и незначительном содержании спирта (0,1%) по сравнению с кефиром имеет более высокий процент пептонизированных белков, обладает высокими диетическими и терапевтическими свойствами.

Температура сквашивания для айрана несколько выше, чем для кефира: летом 20–25, а зимой 25–35 °С. После образования сгустка продукт помещают в холодильную камеру с температурой 6–8 °С для суточного созревания.

Биокефир – вырабатывается на цельном молоке с использованием заквасок «БФ» и кефирной закваски.

Кумыс

Кумыс – кисломолочный напиток из кобыльего молока, изготовляемый на кумысных дрожжах. Издавна известен у кочевых народов России своими лечебными свойствами.

Любая кумысная закваска, по данным А. В. Булавкиной, не работала в кобыльем молоке с первых пересадок, признаки брожения появлялись после 4–5 пересадок, а готовность заквасок достигалась после 20–22 пересадок, т. е. на 5–11 сутки.

При формировании заквасок наличие молочнокислых палочек увеличивается в 2–4,9 раза, дрожжей – в 6–22 раза, изменяется и их морфология.

Формирование естественных заквасок идет в 2 раза быстрее, чем составленных из чистых культур. Кумысная микрофлора остается жизнеспособной до 6–8 месяцев при 2–6 °С, активность полностью восстанавливается при 25–27 °С через 3–4 суток.

При изготовлении кумыса кустарным способом свежевыдоенное молоко наливалось в кожаные мешки (турсуки) из шкур лошадей, вместимостью 20–30 л, конической формы с широким основанием и длинным рукавом. Через рукав вставлялась мутовка для вымешивания кумыса, в процессе которого он аэрировался для активации развития дрожжей. Вымешивание (аэрация) проводилось несколько раз в процессе сквашивания. По мере потребления кумыса турсук доливался свежим молоком, а когда вкус напитка портился, его промывали, сушили и снова заполняли. Сквашивание кумыса происходило при 26–28 °С в течение 7–12 ч. Периодически (через 2–3 ч) смесь освежали парным молоком с последующим дображиванием при 18–22 °С в течение 8–10 ч. Готовый продукт содержал около 2% спирта.

Кобылье молоко по сравнению с коровьим содержит значительно больше молочного сахара, меньше жира и белков, при этом казеин и альбумин в нем находятся в равных количествах. Поэтому при сквашивании белок кобыльего молока не образует сгусток, а выпадает в виде рыхлых, мелких, почти неощутимых хлопьев, которые не образуют осадка, продукт остается жидким. Альбумин, содержащийся в кобыльем молоке, при пастеризации коагулирует, поэтому в кумысолечебницах кумыс изготовляют из сырого молока от здоровых животных. В промышленных условиях его вырабатывают из пастеризованного молока. Пастеризацию проводят при 80–82 °С с выдержкой в течение 5 мин, сывороточные белки выпадают в виде тонкой взвеси. Путем гомогенизации при давлении 12–14 МПа взвесь тонко диспергируется. Как сырое, так и пастеризованное молоко заквашивают при температуре 26–28 °С, вносят 10% кумысной закваски в пастеризованное молоко, а в сырое – столько, чтобы кислотность смеси составила 50–60 °Т. Сразу после внесения закваски смесь тщательно вымешивают (сырое молоко с закваской – 20 мин), а затем оставляют в покое 1–1,5 ч.

В кумысолечебницах после нарастания кислотности до 60–70 °Т смесь подвергают вымешиванию в течение 1 ч. За 15–20 мин до конца вымешивания кумыс охлаждают до 17 °С пропусканием холодной воды в рубашку ванны. Охлажденный и вымешанный кумыс разливают в стеклянные узкогорлые бутылки вместимостью 0,33–0,5 л и герметичес-

ки укупоривают кронен-корковыми пробками, затем их направляют в холодильную камеру с температурой 1–4 °С для охлаждения, дальнейшего созревания и хранения. В процессе охлаждения происходит самогазирование кумыса в герметически укупоренных бутылках. Различают кумыс слабый (односуточный), средний (двухсуточный) и крепкий (трехсуточный) с массовой долей спирта соответственно не более 1; 1,5; 3,0% и кислотностью 70–80; 81–100; 101–120 °Т.

В промышленных условиях в начале сквашивания производится перемешивание через каждый час, а затем через 2–3 ч мешалкой специальной конструкции от 15 до 30 мин. От степени и продолжительности перемешивания зависят характер и интенсивность протекания биохимических процессов сквашивания и созревания кумыса, которые играют большую роль в формировании товарных и лечебных свойств продукта. Чем больше аэрирован продукт, тем интенсивнее будет протекать спиртовое брожение. Сквашивание ведут до кислотности 55–70 °Т. Затем кумыс разливают в узкогорлые стеклянные бутылки, укупоривают кронен-корковыми пробками и в течение 1–1,5 ч выдерживают при 18–20 °С для накопления продуктов спиртового брожения. Созревает кумыс в камерах при 5–7 °С несколько суток. Молочный сахар разлагается почти полностью, а жир остается без изменений, так как микрофлора кумыса не вырабатывает фермента липазы.

Готовый кумыс имеет кисломолочный, чистый, специфический вкус, слегка дрожжевой, щиплющий, сладковатый для слабого кумыса; консистенция жидкая, однородная, газированная, пенящаяся. Гарантийный срок реализации составляет 48 ч.

Из всех кисломолочных напитков кумыс обладает наиболее ценными диетическими и ярко выраженными терапевтическими свойствами. Содержащиеся в нем молочная кислота, спирт и диоксид углерода воздействуют на желудок и поджелудочную железу, стимулируют выделение пищеварительных соков, вызывают перистальтику желудка и кишечника. Белки кумыса, находящиеся в частично пептонизированном и мелкодисперсном состоянии, легко всасываются и усваиваются. Микрофлора кумыса вырабатывает антибиотик низин, синтезирует витамины группы В и в несколько раз больше, чем в коровьем молоке, витамин С. Кумыс оздоравливает пищеварительный тракт, поднимает тонус организма, нормализует СОЭ, увеличивает содержание в крови гемоглобина, подавляет развитие туберкулезной палочки, способствует лечению верхних дыхательных путей, хронических бронхитов и пневмоний.

В настоящее время разработана технология получения кумыса из коровьего молока с использованием обезжиренного молока, концентратов молочной сыворотки, с максимальным приближением химического

состава смеси, соотношения казеина и сывороточных белков к кобыльему молоку. Такой кумыс почти не отличается по лечебным и диетическим свойствам от кумыса из кобыльего молока. Закваска изготовляется на чистых культурах болгарской и ацидофильной палочек и молочных дрожжей, способных синтезировать антибиотики и витамины. Для усиления спиртового брожения к смеси добавляют 2,5% сахара, который вносят в виде сиропа до пастеризации. Смесь пастеризуют при 90–92 °С с выдержкой 2–3 мин. Сквашивание проводят при 26–28 °С с внесением 10% закваски. Оно длится 5–6 ч до нарастания кислотности сгустка до 75–85 °Т. Затем сгусток охлаждают до 16–18 °С в течение 1,5–2 ч при периодическом (через каждые 15–20 мин) перемешивании для лучшего развития дрожжей. Продукт приобретает однородную, жидкую, слегка пенящуюся консистенцию, кислотность достигает 85–95 °Т. Охлажденный напиток разливают в узкогорлые стеклянные бутылки вместимостью 0,5 л, укупоривают герметически и оставляют в цехе на 2 ч для усиленного спиртового брожения, а затем выдерживают в камерах при 4 °С для созревания в течение 1–3 сут. Слабый кумыс должен иметь кислотность 100–120 °Т, средний – 120–140 и крепкий – 140–150 °Т, массовая доля спирта – соответственно 0,1–0,3; 0,2–0,4; 1%, летучих кислот – 4,0–8,0 мл 0,1М NaOH, эфиров – 1,5–3,7 на 0,1М NaOH, диацетил и ацетоин не должны обнаруживаться.

Куранга

Куранга – кисломолочный напиток народов Северо-Восточной Азии (монголов, бурят, тувинцев, хакасов и др.). Изготовляют его из коровьего цельного и обезжиренного молока, в котором проводится молочнокислое и спиртовое брожение специальной закваской, сложившейся у кочевников: молочнокислые палочки и стрептококки, дрожжи. Сквашивание проводится при температуре около 30 °С, спиртовое брожение при 6–10 °С, массовая доля спирта достигает 1%. Казеин осаждается в виде мелких хлопьев. В куранге содержится много витаминов А и группы В – в 1,5 раза больше, чем в кумысе, но в 2 раза меньше витамина С. Продукт по своей природе аналогичен кефиру, но отличается более жидкой консистенцией, более высоким содержанием молочной кислоты и спирта.

Куранга повышает всасывание и усвояемость пищи, усиливает основной и белковый обмен, а также окислительные процессы в организме и усвоение белка, обогащает организм витаминами. Антибиотические вещества куранги обладают широким спектром воздействия на сапрофитные микроорганизмы, задерживают рост микрококков, спорообразующих микробов и бактерий кишечной палочки, поэтому куранга показана для лечения различных форм туберкулеза, заболеваний пищева-

рительного тракта. Антибиотические свойства куранги, по-видимому, связаны с народным способом производства, когда готовую курангу «оживляют» добавлением свежего непастеризованного молока, содержащего большое количество естественной вирулентной микрофлоры. Эти микроорганизмы частично погибают или не развиваются под воздействием антибиотических веществ куранги. Такие симбиотические закваски обусловливают получение куранги с высокими терапевтическими свойствами.

Диетические кисломолочные продукты с бифидобактериями

Хотя бифидобактерии были выделены из стула грудных детей в 1900 г. (Tissier), но применение их для производства лечебных молочнокислых продуктов произошло недавно. Бифидобактерии – строгие анаэробы, но в процессе лабораторного культивирования приобретают способность развиваться при доступе кислорода, а в высокопитательных средах могут расти в полностью аэробных условиях. Бифидобактерии, кроме лактозы, сбраживают многие другие сахара с образованием молочной и уксусной кислот, некоторые штаммы продуцируют ацетоин. Роль бифидобактерий в организме человека особенно велика. По численности они занимают главенствующее место среди всей остальной кишечной флоры человека и играют важную положительную роль в здоровье человека. Они населяют толстый кишечник.

Бифидобактерии продуцируют кислоты, которые подавляют развитие грамотрицательных бактерий и газообразующих анаэробов. Наряду с другой кишечной микрофлорой способствуют перевариванию пищи усиливают гидролиз белков, омыляют жиры, растворяют клетчатку, стимулируют перистальтику кишечника, вырабатывают многие витамины способствуют синтезу незаменимых аминокислот, резорбции кальция и железа; обладают антианемическим, антирахитическим и антиаллергическим действием.

Бифидобактерии оказывают защитное действие и подавляют развитие многих патогенных микробов. Кисломолочные напитки с бифидобактериями, которые являются нормальной микрофлорой кишечника, обладают биологической ценностью и терапевтическими свойствами. Они являются эффективным средством в борьбе с дисбактериозами кишечника. Во ВНИКМИ был разработан способ приготовления активной закваски на штамме вида *Bifidobacterium adolescentis MC-42*, полученном из микрофлоры кишечника грудного ребенка. Этот штамм проявляет наибольшую антибиотическую активность по отношению к *E. coli B-125* и *Sh. sonnei 174Б*. Он обладает выраженной антибиотической ак

тивностью, и его можно использовать для приготовления лечебных кисломолочных продуктов. Этот штамм используется для выработки кисломолочной смеси «Бифилин» для питания грудных детей с первых дней жизни до 1 года и сухого кисломолочного продукта «Бифидин», рекомендуемого для нормализации микрофлоры кишечного тракта человека.

«Бифилин» приближен по составу к женскому молоку. Вырабатывается с применением чистых культур бифидобактерий. В 1 мл продукта содержится 10 млрд. клеток бифидобактерий, которые являются превалирующей микрофлорой в кишечнике здорового ребенка. При искусственном вскармливании, дисбактериозах, антибиотикотерапии и кишечных инфекциях количество бифидобактерий резко снижается. Восстановление их количества в кишечнике ребенка возможно при кормлении лечебными продуктами с бифидобактериями, обладающими высокой антибиотической активностью по отношению к патогенной и условно патогенной микрофлоре.

«Бифилин-М» вырабатывается на цельном молоке, с использованием закваски бифидобактерий «БФ», с массовой долей жира 3,2 и 2,5%, а также нежирный, сладкий, ароматизированный. Срок хранения 5 суток. Предназначен продукт для детей с 3-месячного возраста и взрослых.

Бифилин обладает сильным бактерицидным действием по отношению к стафилококкам, кишечным, дизентерийным, синегнойным бактериям.

Более высокими антибиотическими свойствами обладают кисломолочные напитки, приготовленные с использованием комбинированной закваски чистых культур бифидобактерий, болгарской палочки и кефирной грибковой. Компоненты закваски культивируют раздельно при оптимальных температурах развития. С использованием комбинированной закваски создан новый национальный продукт «Тараг обогащенный» для детского и диетического питания.

Разработана технология продукта «Бифивита» на стерилизованном молоке, а низкокалорийных – на пастеризованном (95 °С с выдержкой 30 мин).

Бифидок – лечебно-профилактический продукт, изготовленный сквашиванием молока с массовой долей жира 1,0; 2,5; 3,2% кефирной закваской с добавлением бифидобактерий. Для повышения биологической ценности в продукт вносят витамин С (аскорбиновую кислоту) в количестве 0,01%. Продукт изготовляется термостатным и резервуарным методами. Сквашивание резервуарным методом проводится при температуре 21–25 °С, термостатным методом – 21–23 °С летом и 23–28 °С зимой. Сгусток образуется в течение 8–12 ч. Кислотность готового про-

дукта 85–110 °Т. Обладает приятным, освежающим кисломолочным вкусом, высокой питательной и биологической ценностью.

Кефир, обогащенный бифидобактериями, обладает лечебно-профилактическими свойствами при заболевании энтеритом, гастроэнтеритом, при острых кишечных инфекциях, аллергии, при осложнениях в гормональной и антибактериальной терапии.

Биойогурт вырабатывается на цельном молоке с использованием заквасок ацидофильной или болгарской палочки, термофильного стрептококка и бифидобактерий «БФ». Продукт имеет массовую долю жира 2,5%. Также изготовляется нежирный, ароматизированный биойогурт. Срок хранения – 7 суток. Продукт предназначен для лечебного и диетического питания детей и взрослых.

Бифилин–Соя вырабатывается из пастеризованного или стерилизованного молока, полученного из пищевого продукта «Супро» и сквашенного закваской бифидобактерий «БФ», с добавлением или без добавления сахара и ароматизаторов. Предназначен для лечебно-профилактического питания детей с годовалого возраста и взрослых.

Глава 8. Сметана

Пищевая ценность сметаны

Сметану вырабатывают сквашиванием пастеризованных сливок чистыми культурами молочнокислых бактерий с последующим созреванием полученного сгустка.

Среди других кисломолочных продуктов сметана выделяется высокими пищевыми достоинствами. Благодаря изменениям, происходящим с белковой частью в процессе сквашивания, сметана усваивается организмом быстрее и легче, чем сливки соответствующей жирности. В ней содержатся все витамины, имеющиеся в молоке, причем жирорастворимых А и Е – в несколько раз больше. Некоторые молочнокислые бактерии в процессе сквашивания сметаны способны синтезировать витамины группы В, поэтому в сметане по сравнению с молоком содержание этих витаминов выше.

Сметана пользуется большим спросом у населения. Ее используют при изготовлении разнообразных блюд, приправ, а также для непосредственного употребления в пищу. Сметана – русский национальный продукт и долгие годы вырабатывалась только в нашей стране. В других странах она выпускается под названием «русские сливки», «кислые сливки», «сливки для салатов».

Промышленность вырабатывает несколько видов сметаны (табл. 8.1).

Сметана имеет чистый кисломолочный вкус с выраженными привкусом и запахом, свойственными пастеризованному продукту. Консистенция ее однородная, в меру густая, без крупинок жира и белка. Цвет белый с кремовым оттенком.

В требования стандарта содержание СОМО не входит, однако оно имеет большое значение для формирования консистенции сметаны.

Производят и другие виды сметаны: «Московскую» и «Столичную», обогащенные молочным белком; десертную и «Сметанку» – с добавлением плодово-овощных наполнителей и пектина; «Столовую» двух видов – 20 и 30%-ной жирности – с частичной заменой молочного жира растительным маслом.

Изготовляют сметану из натуральных свежих сливок различной жирности с кислотностью плазмы не выше 24 °Т. Можно вырабатывать сметану из восстановленных сливок на основе сухого молока, пластических сливок или сухих сливок, сливочного масла.

Производство сметаны традиционным способом

Технология получения сметаны состоит из операций нормализации сливок, пастеризации и гомогенизации их, охлаждения до температуры

8.1. Основные показатели сметаны

Наименование сметаны	Массовая доля, %, не менее		Кислотность, °Т, не более
	жира	белка	
Классическая	20; 22; 25,9; 28; 30; 32; 34	2,6	60–100
Жирная	35; 37; 40; 42; 45; 48	2,6	60–100
Высокожирная	50; 52; 55; 58	2,2	60–100
Маложирная	15; 17; 19	2,8	60–90
Нежирная	10; 12; 14	3,0	60–90

заквашивания и сквашивания, охлаждения и созревания. Большинство операций – общие для всех видов сметаны, но имеются различия в условиях обработки сливок, сквашивания, применяемых заквасок и др.

Сметану вырабатывают термостатным и резервуарным способами, по традиционной схеме и с предварительным созреванием сливок перед сквашиванием. В настоящее время сметану изготовляют преимущественно более экономичным резервуарным способом. Однако вследствие неизбежных механических воздействий на сгусток сметаны при размешивании и последующей операции фасования происходит заметное разрушение его структуры, что разжижает продукт, изменяет его структурно-вязкостные показатели.

Для получения сметаны стандартной жирности сливки нормализуют по жиру с учетом нормы вносимой закваски и вида молока (цельное или обезжиренное). Если при выработке сметаны используют добавки и наполнители, массовую долю жира в нормализованных сливках устанавливают с учетом их массы и жирности.

Сметану вырабатывают только из пастеризованных сливок, чтобы обеспечить высокие санитарно-гигиенические свойства и стойкость при хранении. Пастеризация необходима не только для уничтожения всей вегетативной микрофлоры, но и для разрушения иммунных тел, которые могут мешать развитию молочнокислых бактерий закваски. Пастеризация также преследует цель полной инактивации ферментов, таких как липаза, пероксидаза, лактаза и протеаза, которые при хранении сметаны будут вызывать глубокие изменения компонентов продукта и быструю его порчу. Кроме того, пастеризация сырья играет большую роль в улучшении консистенции сметаны и ее синергетических свойств. Происходит денатурация сывороточных белков (на 40–60%), что повышает гидратационные свойства казеина. Он активнее связывает воду и больше набухает при сквашивании. Денатурированные сывороточные белки коагулируют вместе с казеином при сквашивании и участвуют в образовании более прочного сгустка с замедленным отделением сыворотки.

Оптимальным режимом пастеризации сливок при выработке сметаны, обеспечивающим эффективность пастеризации 99,99% является температура 85 °С и 92–95 °С с выдержкой 15–20 с. Для бактериально загрязненных сливок второго сорта применяют более жесткий режим пастеризации – температура не ниже 93–96 °С и выдержка 10–20 мин.

При высокотемпературной пастеризации (92–96 °С) происходит усиленное образование реактивноспособных сульфгидрильных групп (–SH), понижающих окислительно-восстановительный потенциал плазмы, связывающих тяжелые металлы и играющих роль антиокислителей. Образуется ряд летучих веществ, в том числе сероводород, которые придают сливкам ореховый, выраженный привкус пастеризации, высоко ценимый потребителями. При высокой температуре пастеризации также создаются оптимальные условия для эффективного развития молочнокислых бактерий закваски: снижается окислительно-восстановительный потенциал, и происходит частичное разложение белка с образованием более простых пептидов, свободных аминокислот и других продуктов, стимулирующих рост бактерий.

При пастеризации происходит частичная денатурация оболочечного вещества жировых шариков, что способствует разрушению скоплений жировых шариков. При температуре пастеризации выше 95 °С коалесцированные жировые шарики образуют капли жира размером до 15 мкм.

Тепловую обработку сливок осуществляют в пластинчатых пастеризационно-охладительных установках, обеспечивающих автоматический контроль и регулирование температурных режимов.

Для получения однородной и густой сметаны, прочно удерживающей влагу, сливки перед заквашиванием необходимо гомогенизировать. В негомогенизированных сливках жировые шарики распределяются в белковой структуре геля беспорядочно, в гомогенизированных – равномерно. При гомогенизации происходит диспергирование не только жировых шариков, но и белковых частиц. Дробление жировых шариков сопровождается значительными изменениями в структуре и составе их оболочек, резко увеличивается (в 4–5 раз) суммарная поверхность шариков, происходит дополнительное связывание воды вновь образованными оболочками жировых шариков. Все это приводит к повышению вязкости гомогенизированных сливок. Чрезмерное дробление жировых шариков при гомогенизации может привести к образованию ими больших скоплений в виде гроздьев (до 10–20). Их образованию способствуют снижение электрозаряженности и выделение свободного жира при дроблении шариков. Жидкий жир играет здесь роль цемента при слипании жировых шариков в кучки-гроздья. Наибольшее кучеобразование наблюдается при низких температурах гомогенизации (20–30 °С) и высоком

давлении, особенно для сливок повышенной жирности. Существует закономерность: чем больше скоплений жировых шариков, тем ниже стабильность белков. Чрезмерная вязкость сливок, образование большого числа жировых кучек обусловливают получение рыхлой, хлопьевидной, «шероховатой» консистенции с комочками жира, утрату глянцевитости.

Оптимальными режимами гомогенизации сливок в производстве сметаны 25%-ной и 30%-ной жирности являются температура 70 °С и давление 10 МПа, сметаны 10, 15 и 20%-ной жирности – 14–18 МПа. Чем выше концентрация жира в сметане, тем ниже оптимальное давление гомогенизации. Температура гомогенизации ниже и выше 70 °С обусловливает возрастание количества и размеров скоплений жировых шариков, что ухудшает консистенцию сметаны. Сметана, изготовленная при оптимальных режимах гомогенизации сливок, имеет наиболее высокие показатели плотности, пластичности, структурно-механических свойств, ее сгусток прочно удерживает влагу.

В производстве сметаны сливки рекомендуется гомогенизировать после пастеризации, хотя имеется опасность повторного обсеменения сливок в процессе гомогенизации. Поэтому необходимо установить строгий санитарно-гигиенический контроль гомогенизатора и молокопровода. Такая последовательность операций обусловлена тем, что в процессе гомогенизации снижается стабильность белковой фазы, поэтому при последующей пастеризации могут образовываться хлопья белка в сливках и крупитчатая консистенция в сметане.

При гомогенизации, как известно, значительно повышается дисперсность жировых шариков, происходят глубокие конформационные изменения оболочек жировых шариков, уменьшается количество свободного жира в сливках, содержание которого повышается при термической обработке. Поэтому пастеризация гомогенизированных сливок может вызвать образование большого числа коалесцированных жировых шариков в виде капель жира, а вместе с тем появление жировых комочков в сметане. Гомогенизация способствует также активизации ферментов сливок, в том числе и липазы, что сопровождается образованием свободных жирных кислот и появлением салистого привкуса. Поэтому до гомогенизации необходимо инактивировать ферменты пастеризацией сливок.

Технологическая инструкция рекомендует сначала проводить гомогенизацию, а затем пастеризацию, чтобы обеспечить высокое санитарно-гигиеническое состояние сливок. Выбор последовательности операций гомогенизации и пастеризации зависит от качества исходного сырья, санитарно-гигиенических условий производства и применяемого оборудования.

После пастеризации и гомогенизации сливки охлаждают до температуры заквашивания (18–22 °С летом, 22–23 °С зимой) и направляют в резервуары для заквашивания. Повышение температуры сквашивания до 25–27 °С интенсифицирует процесс, но поверхность продукта может потерять глянцевитость, значительно изменяются процессы отвердевания жировой дисперсии, играющие важную роль в получении более плотной и густой сметаны.

Количество вносимой закваски (от 0,5 до 5%), качественный ее состав и активность значительно влияют на продолжительность сквашивания и качество сметаны.

Для производства сметаны используют многоштаммовые закваски, приготовленные на чистых культурах гомо- и гетероферментативных мезофильных молочнокислых стрептококков – *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. diacetilactis*, *Lc. lactis subsp. diacetilactis* или *Lc. acetoinicus*, а для ацидофильной сметаны – ацидофильной палочки и ароматообразующего молочнокислого стрептококка.

Применяют закваски двух типов: в составе одной из них преобладает молочнокислый стрептококк *Lc. lactis*, основным компонентом другой является сливочный стрептококк *Lc. cremoris* (каунасская закваска). При подборе штаммов микрофлоры закваски необходимо учитывать своеобразие физиологических свойств микроорганизмов в данной климатической зоне. Закваски, составленные на местных штаммах, отличаются более высокой биохимической активностью, особенно по образованию ароматических веществ.

Мезофильные молочнокислые стрептококки в производственных условиях довольно часто теряют активность кислотообразования, чувствительны к бактериофагу и сезонным изменениям химического состава молока. С целью повышения активности закваски создаются мутанты путем воздействия на штаммы молочнокислых бактерий УФ-лучами, химическими веществами и др. Вместо *Lc. diacetilactis*, чувствительного к бактериофагу, вводят *Lc. acetoinicus*. Чтобы получить сметану 20%-ной жирности более вязкой консистенции, в состав закваски наряду с молочнокислыми бактериями вводят уксуснокислые; подбирают штаммы *Lc. cremoris*, способные к образованию более вязкого сгустка. А также практикуется сочетание мезофильных и термофильных стрептококков, что обеспечивает получение более плотной и вязкой консистенции сметаны в весеннее время при пониженном содержании белков в молоке и ускоряет сквашивание на 1–2 ч.

Созданы закваски для низкожирной сметаны, объединенные под общим названием «Днепрянские», с включением новых видов микроорганизмов из рода *Leuconostoc*, к ним подсевают палочковидные микро-

организмы. «Днепрянская» закваска отличается способностью синтезировать вязкие полимеры из лактозы и сахарозы. Образующиеся вязкие полимеры являются естественными коллоидными стабилизаторами, способствующими мелкохлопьевидному свертыванию белков молока, получению нежной консистенции различной степени вязкости, повышению стойкости продукта при хранении. При этом необходимо учитывать, что излишне вязкий сгусток разрушается при перемешивании (например, во время фасования) быстрее и медленнее восстанавливается, чем сгусток средней и небольшой вязкости.

Различные виды молочнокислых стрептококков неодинаково влияют на синергетические свойства сгустка. Максимальному выделению сыворотки способствует внесение *Lc. diacetilactis*, а *Lc. cremoris* уменьшает выделение сыворотки. Среди культур *Lc. lactis* имеются штаммы, образующие полисахариды и увеличивающие вязкость продукта.

Для сметаны, не предназначенной для длительного хранения, подбирают бактериальную закваску, протеолитически активную и создающую аромат, но липолитически не активную.

Сметану для длительного хранения изготовляют на закваске из протеолитически и липолитически неактивных или слабоактивных штаммов. В противном случае сметана приобретает при продолжительном хранении ряд пороков в связи с усиленным гидролизом белков. В закваску входят *Lc. lactis 775*, *Lc. lactis 871* и *Lc. diacetilactis 1506*. При этом сметана сохраняется без снижения качества в течение 6 мес. при температуре от 0 до 2 °С.

Чем выше активность закваски и энергия ее кислотообразования, тем меньше продолжительность сквашивания и плотнее сгусток, выше его тиксотропные показатели, вкусовые качества и стойкость сметаны при хранении. Применяется бактериальный концентрат, выращенный на специальных средах и подвергнутый сублимационной сушке, в котором в 10–100 раз больше бактериальных клеток, чем в сухом, кроме того, его можно сразу использовать без пересадок для приготовления производственной закваски.

В последнее время широко употребляется закваска, приготовленная на стерилизованном молоке с беспересадочным культивированием микрофлоры. При этом исключается опасность заражения заквасок посторонней микрофлорой при пересадках и бактериофагом, значительно повышается активность их микрофлоры, что снижает расход заквасок в 3–4 раза; улучшаются консистенция, вкусовые качества и стойкость продукта. Оптимальная доза такой закваски, полученной на стерилизованном молоке беспересадочным способом, составляет 1,5% массы сливок.

В целях усиления протеолитических свойств закваски, интенсификации кислотообразования рекомендуется добавлять биопрепарат сублимационной сушки в количестве 0,1 и 0,05% массы сливок вместе с 1,5% закваски на стерилизованном молоке. Добавление биопрепарата в малых дозах способствует улучшению азотистого питания бактериальных клеток за счет дополнительного введения аминокислот, азотистых веществ.

Добавление биопрепарата следует рекомендовать только для сметаны, не предназначенной для длительного хранения. Во время хранения биопрепарат будет интенсифицировать протеолиз белков и вызывать порчу сметаны.

В промышленности применяют три основных способа внесения закваски для сквашивания сливок: после заполнения емкости сливками, до ее заполнения, одновременно с подачей сливок в емкость. При первом способе заквашенные сливки недостаточно эффективно перемешиваются и продолжительность сквашивания увеличивается. Этого можно избежать, используя два других способа внесения закваски. Дозирование закваски удобно проводить с помощью индукционного расходомера (ВНИКМИ).

После внесения закваски в течение первых 3 ч сливки тщательно перемешивают через каждый час, а затем оставляют в покое до конца сквашивания.

Сквашивание сливок продолжается 9–16 ч в зависимости от активности закваски и температуры сквашивания. Сгусток образуется в результате коагуляции казеина. При сквашивании происходит отвердевание высокоплавких глицеридов в жировых шариках, вследствие чего уменьшается отрицательный заряд жировых глобул и образуются кучки. Жировые шарики и их кучки входят в состав белковых стром и формируют связывающие мостики между ними, способствуя этим образованию более плотного сгустка. Наибольшей плотности сгусток достигает в изоэлектрической точке белков плазмы и оболочек жировых шариков, т. е. при pH 4,6–4,7. При pH ниже 4,6–4,7, что наблюдается при перекваШивании сметаны, белки приобретают противоположный заряд и происходит их растворение, разрушение скоплений жировых шариков, нарушение гелевой структуры и разжижение сгустка. Поэтому необходимо сквашивание заканчивать при достижении кислотности 60–75 °Т с учетом того, что досквашивание произойдет при медленном охлаждении сметаны до температур физического созревания ее.

Охлаждение сметаны в период максимальной скорости размножения молочнокислой микрофлоры закваски (логарифмическая фаза), что соответствует кислотности 30–35 °Т, способствует более интенсивному

дальнейшему нарастанию кислотности и получению плотного сгустка кислотностью 60–67 °Т с более высокой дисперсностью белковых частиц. Это легло в основу разработки ступенчатого режима получения кисломолочного сгустка: сквашивание на первой степени при температуре 30–31 °С до кислотности 30–35 °Т, охлаждение до температуры 8–10 °С, досквашивание при этой температуре до кислотности 60–85 °Т и нагревание сквашенных сливок в целях образования сгустка.

Дисперсность казеиновых частиц в конце первой ступени сквашивания выше, чем в исходном сырье, и остается практически одинаковой до конца сквашивания. Нагревание таких сливок вызывает быстрое образование геля. Сгусток, полученный по ступенчатому режиму, имеет меньшие pH и титруемую кислотность (на 10–14 °Т), содержит больше в 1,35 раза летучих жирных кислот, в 6,3 раза ароматообразующих бактерий, вязкость и предельное напряжение сдвига повышаются на 17–33% по сравнению с традиционным методом. При ступенчатом методе сквашивания возрастает количество связей между структурными элементами сгустка. Новые структурные элементы повышают вязкостные показатели сгустка. С увеличением прочностных и вязкостных показателей интенсивность выделения сыворотки уменьшается.

В формировании консистенции сметаны до 30%-ной жирности основную роль играет коагуляция белков, а в структурировании сметаны более высокой жирности консистенция формируется за счет физико-химических процессов жировой фазы.

После сквашивания сметану фасуют в крупную тару (металлические широкогорлые фляги, деревянные бочки массой нетто не выше 50 кг) и мелкую (стеклянные баночки, полиэтиленовые пакеты, картонные и пластмассовые стаканчики). Фасование сметаны в мелкую тару на специальных автоматах или полуавтоматах более удобно и составляет около 70% в общем объеме производимой продукции. Сметана как полидисперсная структурированная система не обладает достаточно прочными связями и при механическом воздействии разжижается. Поэтому желательно направлять сметану на фасование самотеком, применять механизмы, которые создают минимальное воздействие на ее структуру, или фасовать недосквашенной.

Чтобы сметана приобрела плотную консистенцию, ее немедленно после фасования направляют в холодильные камеры с температурой 2–8 °С, где она охлаждается и созревает. Охлаждение и созревание сметаны может происходить также до фасования в тех же емкостях, в которых сквашивались сливки, после чего готовый продукт фасуют. Охлаждение в крупной упаковке в холодильной камере длится около 8–16 ч, созревание – 24–48 ч, в мелкой таре – соответственно 2 и 6–8 ч.

С понижением температуры замедляется развитие молочнокислых стрептококков, а ароматообразующая микрофлора, напротив, усиливает свою жизнедеятельность, и в продукте накапливаются ароматические вещества. В процессе созревания сметана приобретает оптимальную кислотность (85–100 °Т), а также более густую консистенцию. Получение более густой и более плотной консистенции при созревании связано преимущественно с отвердеванием глицеридов жировой дисперсии и некоторых компонентов оболочек жировых шариков, а также в некоторой мере с набуханием белков. Отвердевшие жировые шарики образуют «мостики» в белковой структуре и упрочняют ее (Г. В. Твердохлеб).

С понижением температуры созревания повышается степень отвердевания жировой фазы, больше образуется «мостиков» и сметана в большей мере уплотняется.

Продолжительность хранения сметаны при температуре не выше 8 °С – не более 72 ч.

Производство сметаны с предварительной низкотемпературной обработкой сливок

Технологический цикл производства сметаны составляет 36 ч, требует больших затрат энергии и производственных площадей. Замена длительного процесса физического созревания сметаны предварительной термомеханической обработкой сливок перед сквашиванием в потоке позволяет совместить во времени процессы физического созревания и сквашивания, этим сократить цикл производства почти в 2 раза, значительно улучшить консистенцию продукта и его стабильность. Метод разработан Г. В. Твердохлеб, Э. А. Янксон (рис. 8.1).

Гомогенизированные и пастеризованные сливки подвергают ступенчатому охлаждению: сначала в секции пластинчатого аппарата до 20 °С с последующей выдержкой в течение 1–1,5 ч, а затем до 4–6 °С летом и 6–8 °С зимой в турбулентном потоке с выдержкой в течение 0,5–1 ч. При быстром охлаждении и выдержке при 20 °С происходит отвердевание высокоплавких групп глицеридов в наиболее стабильных полиморфных модификациях.

Отдельное выкристаллизовывание высокоплавких групп глицеридов из смеси с легкоплавкими и среднеплавкими способствуют получению наиболее термоустойчивой твердой фазы, которая войдет в структуру белкового сгустка и не будет расплавляться при перемешивании сметаны и стабильность ее консистенции. Последующее быстрое охлаждение сливок до 4–8 °С способствует образованию многочисленных смешанных кристаллов легко- и среднеплавких глицеридов в легкоплавких полиморфных формах. Они будут стабилизироваться при последующем

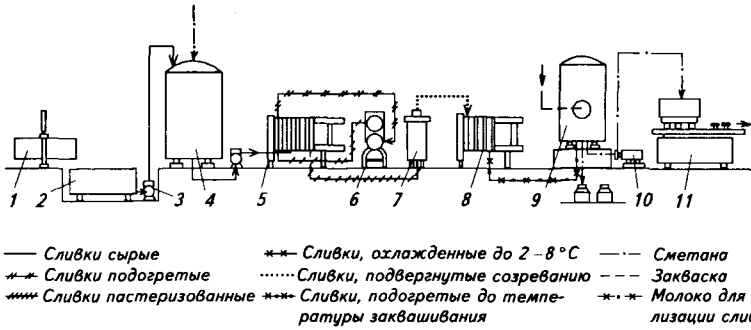


Рис. 8.1. Схема технологического процесса производства сметаны с созреванием сливок перед сквашиванием:

1 – весы циферблатные; 2 – емкость для приемки сырья; 3 – насос для сливок; 4 – емкость для хранения и нормализации сливок; 5 – пластинчатый нагреватель-охладитель; 6 – трубчатый пастеризатор; 7 – емкостный аппарат для созревания сливок; 8 – пластинчатый теплообменник для сливок; 9 – емкость для сквашивания сливок; 10 – мембранный насос; 11 – автомат для фасовки и упаковки сметаны

сквашивании продукта и служить затравкой для дополнительного отвердевания глицеридов при охлаждении сквашенной сметаны.

После термомеханической обработки сливки нагревают до температуры сквашивания при мягком режиме: температура теплоносителя не должна быть выше 25 °С, а температура сквашивания летом – не выше 22 °С, зимой – не выше 24 °С. При превышении этих температур произойдет излишнее расплавление отвердевшего жира или полностью может быть аннулирован эффект термомеханической обработки сливок. При использовании этого метода нельзя выбирать высокие температуры теплоносителя (30–40 °С) и сквашивания (25–27 °С).

Сквашенную сметану охлаждают в потоке до 6–7 °С летом и до 8–10 °С зимой, дополнительного физического созревания с выдержкой не требуется. После фасования готовый продукт можно направлять на реализацию. Чем больше отвердело жира при ступенчатой термомеханической обработке сливок, тем прочнее будет структура сметаны и тем выше способность продукта к восстановлению структуры после перемешивания. Сметана, изготовленная по традиционной технологии, после механического воздействия (перемешивания) разжижается и не восстанавливает свою структуру независимо от продолжительности выдержки. Изготовленная же с предварительной термомеханической обработкой сливок после перемешивания сохраняет высокие тиксотропные свойства, ее загустевание происходит в течение 0,5–1 ч. Это связано с тем, что в белковую структуру сметаны входит максимально отвердев-

ший, равномерно распределенный жир, упрочняющий сгусток, обладающий достаточной термоустойчивостью и не расплавляющийся при перемешивании.

Производство сметаны с термомеханической подготовкой сливок менее энергоемко и менее продолжительно, обеспечивает получение продукта более густой, плотной и стабильной консистенции по сравнению с традиционной технологией.

Виды сметаны

Диетическая сметана 10%-ной жирности предназначена для непосредственного употребления в качестве диетического кисломолочного продукта повышенной жирности. Сливки для выработки этой сметаны получают непосредственно на заводе, к ним предъявляют повышенные требования по бактериальной чистоте и свежести. Поскольку сметана изготовляется без белковых наполнителей, то для обеспечения достаточно густой консистенции массовая доля СОМО в сливках должна быть не менее 7,8%.

Продукт можно вырабатывать термостатным и резервуарным способами, предпочтение отдают термостатному, обеспечивающему получение достаточно плотной стабильной консистенции даже в весеннее время, когда наблюдается дефицит белка в сырье. Неизбежное вымешивание сгустка при резервуарном способе приводит к значительному разжижению сметаны с низкой жирностью. Пастеризацию смеси проводят при температуре 88–89 °С, гомогенизацию при давлении 12–18 МПа.

Закваску для этой сметаны рекомендуется составлять из гетероферментативной микрофлоры, способной синтезировать витамины. Для получения более густой и плотной консистенции можно использовать комбинированную закваску из культур мезофильных и термофильных молочнокислых стрептококков в соотношении 4 : 1, температуру сквашивания поэтому устанавливают повышенную – 28–32 °С. Сквашивание до получения сгустка кислотностью 65–70 °Т длится 6–12 ч, созревание при 0–6 °С происходит за 3–6 ч. Срок реализации составляет не более 48 ч. Для повышения плотности сметаны следует применять предварительную термомеханическую обработку сливок.

Сметана 15%-ной жирности вырабатывается по такой же технологии, как диетическая сметана. В отличие от последней для получения более плотной консистенции допускается внесение в заквашенные сливки раствора сычужного фермента, пищевого пепсина или ферментного препарата в количестве 0,001–0,01 г на 1 т сливок, а также стабилизаторов для связывания сыворотки. Навеску фермента перед использованием растворяют в 100–150 мл кипяченой воды с температурой 30–35 °С, затем

водный раствор фермента вносят в 10–12 л теплого молока, предназначенного для нормализации сливок. Этот раствор выдерживают 20–30 мин, тщательно перемешивают и вносят в емкость со сливками сразу же после внесения в сливки закваски. Сливки тщательно перемешивают. В остальном технология обычная. Срок реализации сметаны – не более 72 ч.

Сметана с наполнителями объединяет несколько видов: белково-диетическая 7%-ной и 10%-ной жирности, сметана 15%-ной жирности. В качестве белкового наполнителя используют обезжиренное сухое или сгущенное молоко, влажный творожный казеинат натрия, пищевые растворимые копреципитаты, пищевые казеинаты, молочный пищевой свежий белок, концентрат натурального казеина, структурирующий пищевой концентрат. При использовании казеинатов норму их внесения рассчитывают, исходя из массовой доли в них сухих веществ, которая при пересчете на сухой компонент должна составить 0,5% от массы изготовляемой сметаны, а при использовании обезжиренного сухого молока – 1,5%.

Повышенное содержание полноценных белков соответственно повышает биологическую ценность сметаны, улучшает структурно-механические свойства, консистенцию, стимулирует развитие молочнокислых бактерий, при этом продуцируется больше ароматических веществ. Технология выработки этой сметаны отличается от технологии получения сметаны обычных видов тем, что в сливки перед их гомогенизацией и пастеризацией вводят предварительно подготовленный наполнитель. Для этого сухой наполнитель растворяют в молоке или сливках при температуре 40–60 °С при интенсивном перемешивании. Жидкие и вязкие добавки перед внесением тщательно перемешивают с молоком, предназначенным для нормализации сливок, при температуре 40–60 °С. В остальном – технология обычная.

Сметану из восстановленных сливок изготовляют в период недостатка сырья, а также в районах Крайнего Севера. Сначала обычным образом из сухого цельного или обезжиренного молока получают восстановленное, а затем в нем эмульгируют пластические сливки или сливочное масло, перед смешиванием их разрезают и расплавляют в плавителе. В остальном – технология традиционная.

Глава 9. Творог и творожные изделия

Пищевая и биологическая ценность творога

Творог – белковый кисломолочный продукт, изготовляемый сквашиванием пастеризованного нормализованного цельного или обезжиренного молока (допускается смешивание с пахтой) с последующим удалением из сгустка части сыворотки и отпрессовыванием белковой массы. Творог из непастеризованного молока вырабатывают в случае поступлениия молока повышенной кислотности. Перед употреблением в пищу такой творог необходимо подвергнуть тепловой обработке (приготовление сырников, вареников, производство плавленных сыров).

В зависимости от массовой доли жира творог подразделяют на три вида: жирный, полужирный и нежирный (табл. 9.1).

Творог имеет чистые кисломолочные вкус и запах; для первого сорта допускается слабо выраженный привкус кормов, тары, легкой горечи. Консистенция нежная, однородная; для жирного творога первого сорта допускается несколько рыхлая и мажущаяся, для нежирного – рассыпчатая, с незначительным выделением сыворотки. Цвет белый, слегка желтоватый, с кремовым оттенком, равномерный по всей массе; для жирного творога первого сорта допускается некоторая неравномерность цвета.

Значительное содержание в твороге жира и особенно полноценных белков обусловливает его высокую пищевую и биологическую цен-

9.1. Основные показатели творога

Творог	Массовая доля, %			Кислотность, °Т, не более	
	жира, не менее	влаги, не более	сахарозы, не менее	высший сорт	первый сорт
Жирный	18	65	–	200	225
Полужирный	9	73	–	210	240
Нежирный	–	80	–	220	270
«Крестьянский»	5	74,5	–	200	
«Столовый»	2	76	–	220	
Мягкий диетический:					
11%-ной жирности	11	73	–	210	
4%-ной жирности	4	77	–	220	
нежирный	–	79	–	220	
Мягкий диетический плодово-ягодный:					
11%-ной жирности	11	64	10	180	
9%-ной жирности	9	66	10	180	
4%-ной жирности	4	69	10	190	
нежирный	–	72	10	200	

ность. Наличие метионина, лизина и холина позволяет использовать творог для профилактики и лечения некоторых заболеваний печени, почек, атеросклероза. В твороге содержится значительное количество минеральных веществ (кальция, фосфора, железа, магния и др.), необходимых для нормальной жизнедеятельности сердца, центральной нервной системы, мозга, для костеобразования и обмена веществ в организме. Особенно важное значение имеют соли кальция и фосфора, которые в твороге находятся в состоянии, наиболее удобном для усвоения.

Производство творога традиционным способом

По методу образования сгустка различают два способа производства творога: *кислотный* и *сычужно-кислотный*. Первый основывается только на кислотной коагуляции белков путем сквашивания молока молочнокислыми бактериями с последующим нагреванием сгустка для удаления излишней сыворотки. Таким способом изготовляется творог нежирный и пониженной жирности, так как при нагревании сгустка происходят значительные потери жира в сыворотку. Кроме того, этот способ обеспечивает выработку нежирного творога более нежной консистенции. Пространственная структура сгустков кислотной коагуляции белков менее прочная, формируется слабыми связями между мелкими частицами казеина и хуже выделяет сыворотку. Поэтому для интенсификации отделения сыворотки требуется подогрев сгустка.

При сычужно-кислотном способе свертывания молока сгусток формируется комбинированным воздействием сычужного фермента и молочной кислоты. Под действием сычужного фермента казеин на первой стадии переходит в параказеин, на второй – из параказеина образуется сгусток. При переходе казеина в параказеин смещается изоэлектрическая точка с pH 4,6 до 5,2. Поэтому образование сгустка под действием сычужного фермента происходит быстрее и при более низкой кислотности, чем при осаждении белков молочной кислотой, полученный сгусток имеет меньшую кислотность, на 2–4 ч ускоряется технологический процесс. При сычужно-кислотной коагуляции кальциевые мостики, образующиеся между крупными частицами, обеспечивают высокую прочность сгустка. Такие сгустки лучше отделяют сыворотку, чем кислотные, так как в них быстрее происходит уплотнение пространственной структуры белка. Поэтому подогрев сгустка для интенсификации отделения сыворотки не требуется.

Сычужно-кислотным способом изготовляют жирный и полужирный творог, при этом уменьшается отход жира в сыворотку. При кислотном свертывании кальциевые соли отходят в сыворотку, а при сычужно-кислотном сохраняются в сгустке. Это необходимо учитывать при про

изводстве творога для детей, которым необходим кальций для костеобразования.

В качестве сырья испльзуют доброкачественное свежее молоко цельное и обезжиренное килотностью не выше 20 °Т. По жиру молоко нормализуют с учетом содержания в нем белка (по белковому титру), что дает более точные результаты.

Нормализованное и очищенное молоко направляют на пастеризацию при 70–80 °С с выдержкой 20–30 с. Температура пастеризации влияет на физико-химические свойства сгустка, что, в свою очередь, отражается на качестве и выходе готового продукта. Так, при низких температурах пастеризации сгусток получается недостаточно плотным, так как сывороточные белки практически полностью отходят в сыворотку, и выход творога снижается. С повышением температуры пастеризации увеличивается денатурация сывороточных белков, которые участвуют в образовании сгустка, повышая его прочность и усиливая влагоудерживающую способность. Это снижает интенсивность отделения сыворотки и увеличивает выход продукта. Путем регулирования режимов пастеризации и обработки сгустка, подбором штаммов заквасок можно получать сгустки с нужными реологическими и влагоудерживающими свойствами.

Г. Н. Мохно было предложено температуру пастеризации смеси для творога повысить до 90 °С, чтобы полностью осадить сывороточные белки и повысить выход творога на 20–25%; при этом не возникает трудностей при отделении сыворотки от сгустка.

Пастеризованное молоко охлаждают до температуры сквашивания (в теплое время года – до 28–30, в холодное – до 30–32 °С) и направляют в специальные ванны для выработки творога. Закваску для производства творога изготовляют на чистых культурах мезофильных молочнокислых стрептококков и вносят в молоко в количестве от 1 до 5%. Некоторые специалисты рекомендуют вводить в закваску *Lc. acetoinicus*. Продолжительность сквашивания после внесения закваски составляет 6–8 ч.

При ускоренном способе сквашивания в молоко вносят 2,5% закваски, приготовленной на культурах мезофильного стрептококка, и 2,5% – на культурах термофильного молочнокислого стрептококка. Температура сквашивания при ускоренном способе повышается в теплое время года до 35, в холодное – до 38 °С. Продолжительность сквашивания молока сокращается на 2–3,5 ч, при этом выделение сыворотки из сгустка происходит более интенсивно.

Для улучшения качества творога желательно применять бесперсадочный способ приготовления закваски на стерилизованном молоке, что позволяет снизить дозу внесения закваски до 0,8–1% при гарантированной ее чистоте.

При сычужно-кислотном способе производства творога после внесения закваски добавляют 40%-ной раствор хлорида кальция (из расчета 400 г безводной соли на 1 т молока), приготовленного на кипяченой и охлажденной до 40–45 °С воде. Хлорид кальция восстанавливает способность пастеризованного молока образовывать под действием сычужного фермента плотный, хорошо отделяющий сыворотку сгусток. Немедленно после этого в молоко в виде 1%-ного раствора вносят сычужный фермент или пепсин из расчета 1 г на 1 т молока. Сычужный фермент растворяют в кипяченой и охлажденной до 35 °С воде. Раствор пепсина с целью повышения его активности готовят на кислой осветленной сыворотке за 5–8 ч до использования. Для ускорения оборачиваемости творожных ванн молоко сквашивают до кислотности 32–35 °Т в резервуарах, а затем перекачивают в творожные ванны и вносят хлорид кальция и фермент.

Готовность сгустка определяют по его кислотности (для жирного и полужирного творога она должна быть 58–60, для нежирного – 75–80 °Т) и визуально – сгусток должен быть плотным, иметь ровные гладкие края на изломе с выделением прозрачной зеленоватой сыворотки. Если сгусток не готов, излом будет дряблым, расползающимся, с выделением мутной сыворотки. Важно правильно определить конец сквашивания, так как при недосквашенном сгустке много белковой пыли отходит в сыворотку, а при переквашенном – получается излишне кислый творог мажущейся консистенции.

Чтобы ускорить выделение сыворотки, готовый сгусток разрезают специальными проволочными ножами на кубики с размером граней 2 см. При кислотном методе разрезанный сгусток подогревают до 36–38 °С для интенсификации выделения сыворотки и выдерживают 15–20 мин, после чего ее удаляют. При сычужно-кислотном – разрезанный сгусток без подогрева оставляют в покое на 40–60 мин для интенсивного выделения сыворотки.

Для дальнейшего отделения сыворотки сгусток подвергают самопрессованию и прессованию. Для этого его разливают в бязевые или лавсановые мешки по 7–9 кг (на 70% вместимости мешка), которые завязывают и помещают несколькими рядами в пресс-тележку. Под воздействием собственной массы из сгустка выделяется сыворотка. Самопрессование происходит в цехе при температуре не выше 16 °С и продолжается не менее 1 ч. Окончание самопрессования определяется визуально, по поверхности сгустка, которая теряет блеск и становится матовой. Затем творог под давлением прессуют до готовности. В процессе прессования мешочки с творогом несколько раз встряхивают и перекладывают. Во избежание повышения кислотности прессование необходимо

проводить в помещениях с температурой воздуха 3–6 °С, а по его окончании немедленно направлять творог на охлаждение до температуры не выше 8 °С в охладители различных конструкций (наиболее совершенным из них является двухцилиндровый).

Готовый продукт фасуют на автоматах в мелкую и крупную тару. Используются чистые, пропаренные деревянные кадки, или чистые, стальные, луженые широкогорлые фляги, или картонные ящики с вкладышами из пергамента, полиэтиленовой пленки. Мелкая фасовка производится в виде брусков массой 0,25; 0,5 и 1 кг, завернутых в пергамент или целлофан, а также в картонные коробочки, пакеты, стаканы из различных полимерных материалов, которые затем укладывают в ящики массой нетто не более 20 кг.

Творог хранят до реализации не более 36 ч при температуре камеры не выше 8 °С и влажности 80–85%. Если срок хранения превышен, из-за непрекращающихся ферментативных процессов в твороге начинают развиваться пороки.

Творогоизготовители с прессующей ванной используют для выработки всех видов творога, при этом трудоемкий процесс прессования творога в мешках исключается.

Творогоизготовитель состоит из двухстенных ванн вместимостью 2000 л с краном для спуска сыворотки и люком для выгрузки творога. Над ними закреплены прессующие ванны с перфорированными стенками, на которые натягивают фильтрующую ткань. Прессующая ванна при помощи гидравлического привода может подниматься вверх или опускаться вниз почти до дна ванны для сквашивания.

Соответственно подготовленное молоко поступает в ванны. Здесь в него вносят закваску, растворы хлорида кальция и сычужного фермента и так же, как при обычном способе выработки творога, оставляют до сквашивания. Готовый сгусток разрезают ножами, входящими в комплект творогоизготовителя, и выдерживают в течение 30–40 мин. За это время выделяется значительное количество сыворотки, которую удаляют из ванны отборником (перфорированный цилиндр, обтянутый фильтрующей тканью). В его нижней части есть патрубок, вдвигающийся в патрубок ванны. Отделившаяся сыворотка через фильтрующую ткань и перфорированную поверхность поступает в отборник и по патрубку выходит из ванны. Такое предварительное удаление сыворотки повышает эффективность прессования сгустка.

Для прессования перфорированную ванну быстро опускают вниз до соприкосновения с поверхностью сгустка. Скорость погружения прессующей ванны в сгусток устанавливают в зависимости от его качества и вида вырабатываемого творога. Отделившаяся сыворотка прохо-

дит через фильтрующую ткань и перфорированную поверхность и собирается внутри прессующей ванны, откуда ее каждые 15–20 мин откачивают насосом.

Движение прессующей ванны вниз прекращается нижним конечным выключателем, когда между поверхностями ванн остается пространство, заполненное отпрессованным творогом. Расстояние это устанавливают при опытных выработках творога. В зависимости от вида вырабатываемого творога продолжительность прессования составляет 3–4 ч для жирного творога, 2–3 ч для полужирного, 1–1,5 ч для нежирного. При ускоренном методе сквашивания продолжительность прессования жирного и полужирного творога сокращается на 1–1,5 ч.

По окончании прессования перфорированную ванну поднимают, а творог выгружают через люк в тележки. Тележка с творогом подается подъемником наверх и опрокидывается над бункером охладителя, откуда охлажденный творог поступает на фасование.

Механизированная линия Я9-ОПТ-5 производительностью по молоку 5000 л/ч наиболее совершенна и используется для выработки полужирного, «Крестьянского» и нежирного творога. Готовый сгусток перемешивается в течение 2–5 мин и винтовым насосом подается в прямоточный подогреватель с рубашкой. Здесь сгусток быстро (4,5–7 мин) подогревается до температуры 42–54 °С (в зависимости от вида творога) подачей горячей воды (70–90 °С) в рубашку. Подогретый сгусток охлаждается до 25–40 °С в охладителе водой 8–12 °С и направляется в двухцилиндровый обезвоживатель, обтянутый фильтрующей тканью. Содержание влаги в готовом твороге регулируется изменением угла наклона барабана обезвоживателя или изменением температуры нагрева и охлаждения сгустка.

Готовый творог подается на фасование и затем в холодильную камеру для доохлаждения.

С целью резервирования творога в весенний и летний периоды года его замораживают. Качество размороженного творога зависит от метода замораживания. Творог при медленном замораживании приобретает крупитчатую и рассыпчатую консистенцию вследствие замораживания влаги в виде крупных кристаллов льда. При быстром замораживании влага одновременно замерзает в виде мелких кристаллов по всей массе творога, которые не разрушают его структуру, и после размораживания восстанавливаются первоначальные, свойственные ему консистенция и структура. Наблюдается даже устранение после размораживания нежелательной крупитчатой консистенции вследствие разрушения крупинок творога мелкими кристаллами льда. Замораживают творог в фасованном виде – блоками по 7–10 кг и брикетами по 0,5 кг – при тем-

пературе от –25 до –30 °С в термоизолированных морозильных камерах непрерывного действия в течение 1,5–3 ч до температуры в центре блока –18 и –25 °С. Замороженные блоки укладывают в картонные ящики и хранят при этих же температурах в течение соответственно 8 и 12 мес. Размораживание творога проводят при температуре не выше 20 °С в течение 12 ч.

Производство творога раздельным способом

При этом способе производства (рис. 9.1) молоко, предназначенное для выработки творога, подогревают в пластинчатом аппарате до 40–45 °С и сепарируют с получением сливок с массовой долей жира не менее 50–55%. Сливки пастеризуют в пластинчатой пастеризационно-охладительной установке при 90 °С, охлаждают до 2–4 °С и направляют на временное хранение.

Обезжиренное молоко пастеризуют при 78–80 °С с выдержкой 20 с охлаждают до 30–34 °С и направляют в резервуар для сквашивания, снабженный специальной мешалкой. Сюда же подаются закваска, хлорид кальция и фермент. Смесь тщательно перемешивают и оставляют для сквашивания до кислотности сгустка 90–100 °Т, так как при сепарировании сгустка с меньшей кислотностью сопла сепаратора могут засориться.

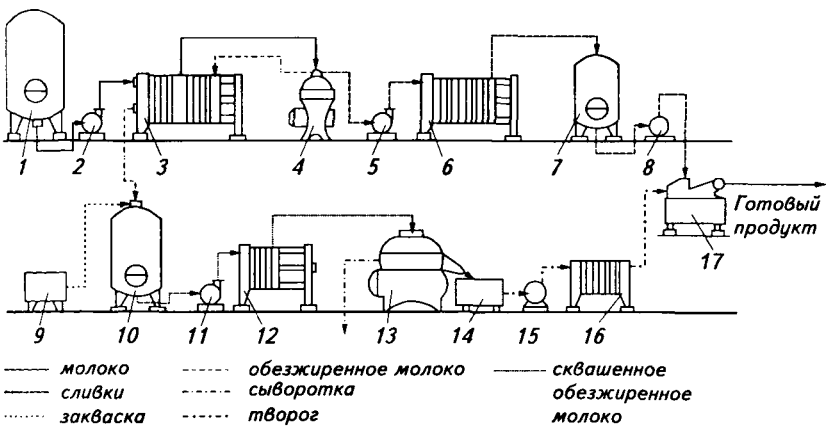


Рис. 9.1. Схема поточной линии производства творога раздельным способом:

1 и 7 – емкости; 2 – насос для молока; 3 – пластинчатый пастеризатор; 4 – сепаратор-сливкоотделитель; 5 – насос для сливок; 6 – пластинчатый пастеризатор-охладитель для сливок; 8 – дозирующий насос; 9 – заквасочник; 10 – емкостный аппарат для сквашивания; 11 – мембранный насос; 12 – пластинчатый теплообменник; 13 – сепаратор-творогоотделитель; 14 – приемник; 15 – насос для творога; 16 – охладитель для творога; 17 – смеситель

Полученный сгусток тщательно перемешивается и насосом подается в пластинчатый теплообменник, где вначале подогревается до 60–62 °С, а затем охлаждается до 28–32 °С, благодаря чему он лучше разделяется на белковую часть и сыворотку. Из теплообменника сгусток под давлением подается в сепаратор творогоизготовителя, где разделяется на сыворотку и творог.

При выработке жирного творога обезвоживание сепарированием проводят до массовой доли влаги в сгустке 75–76%, а при выработке полужирного творога – до массовой доли влаги 78–79%. Полученную творожную массу охлаждают на пластинчатом охладителе до 8 °С, растирают на вальцовке до получения гомогенной консистенции.

Охлажденный творог направляют в месильную машину, куда дозирующим насосом подаются пастеризованные охлажденные сливки, все тщательно перемешивается. Готовый творог фасуют на автоматах и направляют в камеру для хранения.

По изложенной технологии получают жирный, полужирный, «Крестьянский», мягкий диетический, мягкий диетический плодово-ягодный творог.

Мягкий диетический творог вырабатывают путем сквашивания пастеризованного (85–90 °С) обезжиренного молока чистыми культурами молочнокислых стрептококков с удалением части сыворотки сепарированием с последующим добавлением к нежирному творогу сливок. Для этого в пастеризованное и охлажденное до 28–34 °С обезжиренное молоко вносят при перемешивании закваску, хлорид кальция и раствор сычужного фермента (1–1,2 г/т). Смесь сквашивают до кислотности сгустка 90–110 °Т (pH 4,3–4,5) или до 85–90 °Т (сквашивание ускоренным методом). Готовый сгусток тщательно перемешивается мешалкой (5–10 мин) и с помощью насоса направляется в пластинчатый теплообменник, где он сначала нагревается до 60–62 °С для лучшего отделения сыворотки, а затем охлаждается до 28–32 °С. Далее сгусток дробится с помощью сетчатого фильтра и поступает на сепаратор-творогоизготовитель для получения нежирного творога.

Полученный творог насосом подается сначала на трубчатый охладитель, где охлаждается до 8 °С, и далее – на смеситель-дозатор для смешивания с пастеризованными (85–90 °С с выдержкой 15–20 с) и охлажденными (до 10–17 °С) сливками с массовой долей жира 50–55%.

Мягкий диетический творог должен содержать масовую долю жира не менее 11%, влаги – 73%, кислотность его должна быть не выше 210 °Т. Творог должен иметь чистый кисломолочный вкус, нежную однородную консистенцию, слегка мажущуюся, белый с кремовым оттенком цвет, равномерный во всей массе.

Мягкий диетический плодово-ягодный творог вырабатывается с сиропами, которые предварительно тщательно смешиваются в отдельной емкости со сливками и подаются в смеситель-дозатор для смешивания с творогом. Вырабатывают и нежирный мягкий плодово-ягодный творог.

Готовый продукт фасуют на автомате в коробки, стаканчики или пакеты из полимерных материалов, которые затем укладывают в ящики и направляют в холодильную камеру на хранение при температуре 2 °С.

Срок реализации продукта не более 36 ч с момента выработки при температуре не выше 8 °С.

Домашний сыр изготовляется жирный и нежирный. Он представляет собой сырную массу из отдельных зерен белого (для нежирного) или со слегка желтоватым оттенком цвета (для жирного). Вкус продукта нежный, слегка солоноватый, запах кисломолочный. Массовая доля жира в домашнем сыре составляет 4,3 и 20%, в нежирном – 0,4, соли – не более 1, влаги – не более 78,3 и 79% соответственно; кислотность продукта не выше 150 °Т. Для его выработки используют обезжиренное молоко с кислотностью не выше 19 °Т и сливки с массовой долей жира 30% и кислотностью не выше 17 °Т.

Сливки предварительно пастеризуют при 95–97 °С с выдержкой 30 мин (для придания привкуса пастеризации), гомогенизируют при температуре 26–30 °С и давлении 12,5–13 МПа, после чего охлаждают до 4–8 °С. Обезжиренное молоко пастеризуют при 75 °С с выдержкой 18–20 с, охлаждают до 30–32 °С и заквашивают в ванне. В состав закваски входят *Lc. lactis*, *Lc. diacetilactis*, *Lc. cremoris* в соотношении 2:1:2. Если закваску вносят в количестве 5–8%, сквашивание продолжается 6–8 ч, если в количестве 1–3%, то 12–16 ч при температуре 21–23 °С. Кроме закваски в молоко вносят хлорид кальция в виде раствора (400 г безводной соли на 1 т молока) и 1%-ный раствор сычужного фермента (1 г на 1 т молока).

Готовность сгустка определяют по кислотности сыворотки, которая должна быть 45–57°Т (pH 4,7–4,9), и прочности сгустка. Готовый сгусток разрезают проволочными ножами на кубики с размером ребра 12,5–14,5 мм и оставляют в покое на 20–30 мин. В процессе выдержки возрастает кислотность, лучше отделяется сыворотка и уплотняется (обсыхает) сгусток. После этого для снижения кислотности сыворотки до 36–40 °Т в ванну добавляют воду (температурой 46 °С) с таким расчетом, чтобы уровень в ванне повысился на 50 мм, сгусток подогревают, вводя в рубашку ванны горячую воду. Подогрев ведут так, чтобы вначале температура сгустка повышалась со скоростью 1 °С за 10 мин, затем – до поднятия температуры 48–55 °С со скоростью 1 °С за 2 мин. Кислот-

ность сгустка во время нагревания не должна повышаться более чем на 3 °Т (т. е. до 39–43 °Т). По достижении температуры 48–55 °С творожное зерно с целью его уплотнения вымешивают в течение 30–60 мин. Готовность зерна определяют пробой на сжатие: при легком сжатии в руке оно должно сохранять свою форму и разминаться.

Когда творожное зерно готово, из ванны удаляют сыворотку и наливают в нее воду температурой 16–17 °С, в которой зерно промывают, охлаждая в течение 15–20 мин. Затем его промывают холодной водой (2–4 °С). Объем воды должен быть равен объему удаленной сыворотки. Промывную воду спускают, а зерно сдвигают к стенкам ванны так, чтобы на середине образовался желоб для стекания сыворотки. К обсушенному зерну (массовая доля влаги не более 80%) добавляют наполнители и тщательно перемешивают. Соль предварительно растворяют в 8–10-кратном количестве сливок. Готовый «Домашний сыр» фасуют в мелкую тару – коробки, рассчитанные на 500 г, картонные стаканы с полимерным покрытием и полимерные стаканы на 200, 250 и 500 г, а также в широкогорлые фляги и картонные коробки с прокладкой из бумаги и полимерным покрытием, рассчитанные на 20 кг.

Сроки реализации «Домашнего сыра»: при комнатной температуре – не более 24 ч, при 8–10 °С – не более 5 суток, а при 2–4 °С – не более 7 суток.

Технология творога обогащенного

При производстве творога используется только 70–75% белков, преимущественно казеина. Большая часть наиболее ценных компонентов отходит в сыворотку. Благодаря ультрафильтрации сыворотки можно максимально использовать питательные вещества молока. Для этого очищенную от жира сыворотку пастеризуют при температуре (75±2) °С с выдержкой 15 с, охлаждают до температуры (50±2) °С и подвергают ультрафильтрации. Полученный концентрат с массовой долей сухих веществ (20±0,5)%, пастеризуют при 65 °С 20 мин или при (72±2) °С с выдержкой 15–20 с, затем охлаждают до (12±4) °С и направляют на смешивание с творогом и сливками. Концентрат должен иметь (20,5±0,5)% сухих веществ, кислотность не более 200 °Т, бактерии группы кишечной палочки в 0,03 г не допускаются. Концентрата вносят от 80 до 120 кг на 1 т готового продукта в зависимости от вида обогащенного творога.

Внесение концентрата творожной сыворотки в творог увеличивает выход готового продукта на 8–10%, обогащает продукт биологически ценными сывороточными белками, растворимыми азотистыми соединениями, свободными аминокислотами, органическими кислотами, ферментами, витаминами, макро- и микроэлементами.

В обогащенный творог можно вносить фруктовые наполнители, что еще в большей мере повышает биологическую ценность продукта.

Перспективным также является производство творога на основе ультрафильтрации молока. Чтобы не появлялся горьковатый привкус в таком твороге, следует использовать специально подобранные штаммы мезофильных и термофильных стрептококков, ацидофильных палочек в определенных пропорциях. Необходимо строгое соблюдение санитарно-гигиенических условий выработки данного продукта.

Технология зерненого творога со сливками

Зерненый творог со сливками представляет собой сырную массу из отдельных зерен белого со слегка желтоватым оттенком цвета. Вкус продукта нежный, слегка солоноватый, запах кисломолочный. Массовая доля жира – не менее 6%, соли – не более 1%, влаги – не более 80%, кислотность – не выше 150 °Т.

Для выработки зерненого творога со сливками обезжиренное молоко пастеризуют при температуре около 75 °С с выдержкой 15–20 с, охлаждают до 30–32 °С при ускоренном сквашивании (6–8 ч) или до 21–23 °С при длительном сквашивании (12–16 ч). Вносят 5–8% закваски при быстром сквашивании и 1–3% при медленном. Закваску приготовляют на мезофильных чистых культурах молочнокислого (2 ч), сливочного (2 ч) и ароматообразующего стрептококка (1 ч). Вносят 40%-ный раствор $CaCl_2$ (400 г безводной соли на 1 т молока) и 1%-ный раствор сычужного фермента (1 г порошка на 1 т молока). Готовность сгустка определяют по кислотности сыворотки, которая должна составлять 47–57 °Т (pH 4,7–4,9), и прочности сгустка. Готовый сгусток разрезают проволочными ножами на кубики с размером ребра 12,5–14,5 мм и оставляют на 20–30 мин. За время выдержки нарастает кислотность, лучше отделяется сыворотка и уплотняется (обсыхает) сгусток.

После этого в ванну добавляют воду температурой 46 °С с таким расчетом, чтобы уровень заполнения в ванне повысился на 50 мм, а кислотность понизилась до 36–40 °Т, и подогревают сгусток, вводя в рубашку ванны горячую воду. Вначале подогревание осуществляют так, чтобы температура сыворотки (сгустка) до 38 °С повышалась со скоростью 1 °С за 10 мин. Затем до 48–55 °С температура должна повышаться со скоростью 1 °С за 2 мин. Кислотность сгустка в процессе нагревания не должна повышаться более чем на 3 °Т (т. е. до 39–41 °Т). По достижении температуры 48–55 °С творожное зерно с целью его уплотнения вымешивают в течение 30–60 мин. Готовность зерна проверяют пробой на сжатие: при легком сжатии в руке оно должно сохранять свою форму и разминаться.

Когда творожное зерно готово, из ванны удаляют сыворотку и наливают в нее воду температурой 16–17 °С, в которой зерно промывают, охлаждают в течение 15–20 мин. После этого его промывают холодной водой (2–4 °С). Количество воды берется равным количеству удаленной сыворотки. Затем воду спускают, а зерно сдвигают к стенке ванны так, чтобы на середине образовался желоб для стекания сыворотки. К обсушенному зерну добавляют наполнители: гомогенизированные сливки с массовой долей жира 30% и кислотностью не выше 17 °Т, пищевую поваренную соль сорта не ниже «Экстра». Соль предварительно растворяют в 8–10-кратном количестве сливок. Все тщательно перемешивают. Готовый зерненый творог фасуют в широкогорлые фляги и картонные коробки с прокладкой из бумаги и полимерным покрытием, рассчитанные на 20 кг, и в мелкую тару – коробки на 500 г нетто, картонные стаканы с полимерным покрытием и закрытые стаканы из полимерных материалов на 200, 250 и 500 г.

Хранить продукт следует при температуре не выше 8 °С и не более 36 ч с периода выработки.

Национальные виды творога

Кроме традиционных разновидностей творога, вырабатываемых по государственным стандартам, известно много других. Это связано с национальными традициями населения, видом используемого сырья и условиями производства.

Сюзьму (Азербайджан) и *чекизе* (Туркмения) получают сквашиванием молока термофильным молочнокислым стрептококком и болгарской палочкой в соотношении 1 : 1 при 40–45 °С. Сгусток разрезают и выдерживают в покое 10–20 мин для частичного выделения сыворотки, отпрессовывают обычным образом до влажности 70% и фасуют брикетами по 50–500 г, завернутыми в пергамент.

Сюзьма должна иметь массовую долю жира не менее 15% (чекизе – 13), влаги – не более 70%; кислотность – не более 200 °Т (чекизе – 220, нежирный – 230 °Т); иметь чистые кисломолочные вкус и запах; однородную, мажущуюся консистенцию.

Курт – казахский национальный продукт. Его вырабатывают из коровьего, овечьего или козьего молока сквашиванием чистыми культурами молочнокислых стрептококков с последующим отделением сыворотки от сгустка и сушкой. Нормализованное молоко с массовой долей жира 0,6% пастеризуют при 80–85 °С с выдержкой 10–20 мин и охлаждают до 32–34 °С, вносят закваску в количестве 5% и сквашивают до получения плотного сгустка с кислотностью 75–76 °Т. Затем сгусток подогревают до 38–42 °С и выдерживают в течение 20–30 мин для ускорения

выделения сыворотки, удаляют сыворотку и прессуют сгусток 3–5 ч в мешочках массой нетто 7–9 кг до массовой доли влаги 76–80%. Сгусток формуют в бруски, лепешки и др. Если вырабатывают соленый курт, то перед формованием белковую массу солят. Затем курт сушат в специальных сушильных камерах при 35–40 °С, формуют по 20–60 г.

Готовый продукт должен содержать в сухом веществе массовую долю жира не менее 12%, влаги – не более 17, соли – не более 2,5%; иметь кислотность не более 400 °Т. Срок реализации жирного курта составляет не более 3 мес., нежирного – не более 9 мес.

Короит (Узбекистан) вырабатывают из пастеризованного при 85–87 °С обезжиренного коровьего молока сквашиванием чистыми культурами ацидофильной и болгарской палочек, молочных дрожжей с последующей тепловой обработкой и дополнительным внесением в массу перед фасованием ацидофильной закваски, вкусовых и ароматических веществ и витамина С. Сквашивание происходит в течение 3–4 ч при температуре 30–35 °С. Затем смесь нагревается до 40–45 °С и периодически перемешивается в течение нескольких часов (около 20 ч) до нарастания кислотности 260–280 °Т. Нагревание продолжают до 92–95 °С и выдерживают 30–40 мин при помешивании с последующим охлаждением до 40–45 °С. Выкладывают массу в бязевые мешки для самопрессования в холодильной камере в течение 1,5–2 ч, до достижения массовой доли влаги 55–58%. В отпрессованную массу вносится 1–2% ацидофильной закваски, соль – 2, перец горький – 0,2%. Масса перемешивается и пропускается через вальцы для получения однородной консистенции и затем фасуется в стеклянные банки или стаканчики массой нетто 200 или 500 г.

Пасту «Манук» (Армения) вырабатывают из пастеризованного обезжиренного молока сквашиванием при 43–45 °С чистыми культурами молочнокислых бактерий, с последующим разрезанием сгустка на кубики с величиной грани 5 см, самопрессованием в мешках до получения массовой доли влаги не более 80%. Затем белковую массу смешивают с альбуминной массой с массовой долей влаги 20%, сахаром и плодово-ягодными сиропами.

Пасту «Энергия» изготовляют смешиванием высокожирных сливок, измельченного на коллоидной мельнице молочного белка, закваски из молочнокислых стрептококков и вкусовых веществ.

Творожные изделия

К творожным изделиям относятся различные творожные массы и сырки, торты, кремы, десерты и т. п. Основным сырьем для них является творог из пастеризованного молока, для жирных – творог и сливочное масло. В качестве вкусовых наполнителей и ароматических веществ используют сахар, мед, какао, цукаты, орехи, изюм, поваренную соль, перец, ванилин и пр.

В зависимости от содержания жира творожные изделия делят на продукты с повышенной жирностью (20–25%), жирные (15–17%), полужирные (до 8%), нежирные; в зависимости от вида вкусовых добавок – на сладкие, с массовой долей сахара от 13 до 26%, и соленые, с массовой долей соли 1,5–2,5%.

С повышенным содержанием жира изготовляют творожную массу и сырки особые, детские, творожную массу «Московская», сырки глазированные с шоколадом, с добавлением или без добавления прочих вкусовых веществ. К жирным относятся масса и сырки с шоколадом, ароматическими и вкусовыми веществами; к полужирным и нежирным – творожные изделия с медом, с добавлением ароматических и вкусовых веществ. Соленые творожные изделия изготовляют жирные, полужирные и нежирные – массу и сырки с томатом, с добавлением или без добавления пряностей. Торты и творожные кремы вырабатывают с массовой долей жира от 22 до 26%, без отделки, с шоколадом, с добавлением или без добавления вкусовых и ароматических веществ; со сливочным кремом для отделки тортов (массовая доля жира 42%). Выпускают творожные кремы (с массовой долей жира 18%) с ванилью, с шоколадом, крем творожный десертный и «Снегурочка», миндальный, ананасовый, апельсиновый, лимонный. Изготовляют также творожные полуфабрикаты: сырники, вареники, тесто для сырников и вареников, творожные запеканки.

Технологический процесс производства творожных изделий включает следующие операции: приемку сырья, подготовку компонентов, приготовление смеси, фасование, упаковывание и хранение.

Сырье для производства творожных изделий должно быть высокого качества и соответствовать требованиям стандарта и технических условий. Чтобы получить творог нежной, однородной консистенции, его перетирают на вальцовке или коллоидной мельнице. Сахар-песок, какао-порошок, поваренную соль, перец перед внесением в смесь просеивают через сито. Ванилин для лучшего распределения в смеси смешивают с 5–10 частями сахарного песка. Изюм, курагу несколько раз промывают водой. Цукаты разрезают на кусочки размером 0,6–0,8 см. Ядра ореха обдают кипятком, очищают от шелухи, дробят на частицы разме-

ром 0,4–0,5 см и обжаривают. Сливочное масло перед внесением в смесь слегка подогревают.

Подготовленные компоненты смешивают в месильной машине для получения однородной массы. Затем массу охлаждают до температуры 6 °С, фасуют и хранят в камерах при температуре не выше 8 °С.

Готовые творожные изделия должны удовлетворять требованиям технологических условий по кислотности, содержанию жира, влаги, сахара и соли; иметь чистые кисломолочные вкус и запах с явно выраженным вкусом и запахом вносимых добавок; однородную, нежную, в меру плотную консистенцию; белый с кремовым оттенком или обусловленный вкусовыми добавками (какао, шоколадом) цвет, равномерный во всей массе.

Глазированные сырки вырабатывают из творога с пониженным содержанием влаги. Подготовленную творожную массу охлаждают до 6–8 °С, формуют и покрывают глазурью, изготовленной на какао-масле при 29–30 °С, на кондитерском жире – при 39–40 °С. После глазирования сырки охлаждаются.

При выработке творожных полуфабрикатов используют дополнительное сырье: пшеничную муку, яйца, сахар, ванилин и др. На основе мягкого диетического нежирного творога приготовляют творожные изделия – запеканки с добавлением яиц, сахара, манной крупы, изюма, соли. Все творожные полуфабрикаты перед употреблением в пищу необходимо подвергать тепловой обработке, поэтому для их изготовления можно использовать творог из непастеризованного молока повышенной кислотности. Вареники формуют на автоматах для пельменей, а сырники – на автоматах для котлет. Вареники после формования замораживают при температуре не выше –18 °С.

Срок реализации при температуре хранения не выше 8 °С с момента изготовления составляет не более 24 ч для творожных тортов, 15 сут – для вареников при температуре хранения не выше –10 °С.

Молочные пасты

Молочно-белковые пасты «Здоровье» и *ацидофильная* обладают ценными диетическими и лечебными свойствами. Они благоприятно влияют на деятельность желудка, печени, улучшают обмен веществ. Поэтому их широко используют для питания детей и людей с заболеваниями желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы.

Молочно-белковую пасту «Здоровье» вырабатывают следующих видов: нежирную, с массовой долей жира 5%, плодово-ягодную нежирную, с витамином С нежирную. Ее производят из свежего обезжиренного молока кислотностью не выше 19 °Т. В молоко, пастеризованное при

температуре 80 °С с выдержкой 20–30 с и охлажденное до температуры заквашивания (36–38 °С), вносят 5–8% закваски, приготовленной из смеси чистых культур термофильного и мезофильных молочнокислых стрептококков в соотношении 1:1. Продолжительность сквашивания до образования прочного сгустка кислотностью 80–85 °Т составляет 10–12 ч. Готовый сгусток разрезают проволочными ножами на кубики с размером ребра 20 мм и оставляют на 40–50 мин для его уплотнения и частичного отделения сыворотки. Отделение сыворотки и прессование сгустка до влажности 85% можно производить любым способом, применяемым при выработке творога. Далее пасту обрабатывают на коллоидной мельнице, которая растирает комки белка на мельчайшие частички, до получения однородной сметанообразной консистенции. Затем к белковой массе добавляют в зависимости от избранной рецептуры наполнители и снова обрабатывают смесь.

При выработке жирной пасты «Здоровье» для нормализации молочно-белковой основы по содержанию жира в нее вносят сливки жирностью не менее 50% и кислотностью плазмы не выше 24 °Т.

Фасуют пасту «Здоровье» порциями массой по 200 и 250 г на полуавтоматах или автоматах для вязких жидкостей в широкогорлые стеклянные банки, бутылки (с укупоркой колпачками из алюминиевой фольги) или тару из полимерных материалов. Срок хранения – не более 36 ч при температуре не выше 8 °С.

Паста должна иметь чистый, кисломолочный вкус с выраженным привкусом и ароматом внесенных наполнителей, однородную густую консистенцию, цвет молочно-белый или обусловленный цветом добавок, равномерный во всей массе.

Ацидофильная паста как лечебный препарат была предложена в годы Великой Отечественной войны А. Н. Хлебниковой (1944 г.) для лечения гнойных ран. В настоящее время изготовляют лечебно-профилактическую ацидофильную пасту нескольких видов – сладкую 8 и 4%-ной жирности и нежирную.

Вырабатывать ее можно прессованием молочнокислого сгустка, полученного из предварительно сгущенного молока, для непосредственного употребления в качестве продукта питания.

Молоко (нормализованное, обезжиренное) пастеризуют при 85–90 °С с выдержкой в ваннах в течение 15 мин. Затем его охлаждают до температуры заквашивания (40–42 °С) и вносят 5% закваски на чистых культурах ацидофильной палочки. Заквашенное молоко перемешивают и оставляют при этой температуре на 3–4 ч до получения сгустка кислотностью 80–90 °Т (из сгущенного молока – кислотностью 180–200 °Т). Сгусток разрезают на кубики с размером ребра 20 мм. От-

деление сыворотки и прессование сгустка можно производить любым способом, применяемым при выработке творога. К отпрессованной пасте добавляют прокипяченный и охлажденный до 40–42 °С сахарный сироп с концентрацией сахарозы 66%, а затем перемешивают до получения однородной консистенции в месильной машине.

Готовый продукт фасуют на автоматах в стеклянные банки по 200 и 250 мл или тару из полимерных материалов. Паста должна быть нежной, однородной консистенции, вкус и запах – чистые, кисломолочные, для пасты из предварительно подсгущенного молока – со свойственным сгущенному молоку привкусом, цвет – молочно-белый, иногда с кремовым оттенком. Срок хранения – не более 36 ч при температуре не выше 8 °С.

В годы Великой Отечественной войны, когда не применялись еще антибиотики, ацидофильная паста сыграла большую роль в лечении гнойных, долго не заживающих ран у бойцов.

Для приготовления ацидофильной пасты отбирали активные по кислотообразованию штаммы с приятным вкусом. Для получения однородной, плотной, слегка тягучей консистенции применяли несколько штаммов, не образующих слизистого сгустка, к которым добавляли слизеобразующие штаммы. Излишне тягучая консистенция будет задерживать отделение сыворотки от сгустка. Пасту лечебного назначения приготовляют следующим образом.

В стерилизованное молоко, охлажденное до 40–42 °С, вносят 2–3% комбинированной закваски ацидофильной палочки и выдерживают при 37–40 °С в термостате до образования сгустка (8–9 ч). Через 2–3 ч после свертывания сгусток выливают в стерильные мешки для самопрессования, при этом мешки периодически встряхивают для очищения пор и лучшего отделения сыворотки. Иногда проводят допрессовывание наложением на мешочки груза. Пасту с консистенцией густой сметаны размешивают стерильной ложкой и фасуют в стерильную посуду. Кислотность пасты должна быть 180–220 °Т. Срок годности пасты, хранящейся при температуре от 0 до 10 °С в сухом темном месте от 10 до 15 сут, при комнатной температуре – 6–8 суток.

При лечении пастой поверхность гнойных ран очищали сухой стерильной марлей, ацидофильная паста стерильным шпателем наносилась слоем толщиной 1 см на стерильную салфетку и прикладывалась к ране. Смена повязки проводилась через 2–4 дня. При этом раны быстро заживали с образованием нежных и не спаивающихся с окружающими тканями рубцов. Повязка легко снималась, не вызывая при этом боли. Паста способствовала изменению микрофлоры раны и обладала свойствами усиливать эпителизацию.

Ацидофильная паста нашла применение и в гинекологии для заживления эрозии шейки матки.

При приготовлении пасты отделяется большое количество ацидофильной сыворотки (около 70%). Она содержит от 20 до 60 млн ацидофильных бактерий в 1 мл, а также антибиотики, синтезируемые ацидофильными палочками в процессе приготовления пасты. Ацидофильную сыворотку можно использовать для наружного и внутреннего употребления в лечебных целях.

Ассортимент творожных изделий обогатился пастами: фитопаста творожная, сырная пикантная, с продуктами пчеловодства.

Фитопаста творожная «850», посвященная 850-летию Москвы (ВНИМИ), изготовляется на основе творога с использованием вторичного сырья (творожной сыворотки) с кислотностью не выше 180 °Т, что удешевляет ее производство и повышает биологическую ценность. Фитопаста обогащена кроветворными добавками растительного происхождения (фитоэкстракт). Анологично изготовляется паста соленая с натуральным ароматизатором «Чеснок и пряные травы» и сладкая с медом.

Пасты имеют массовую долю жира 7,5%, фруктозы – не менее 15 (из кроветворных добавок), соли не более 1,0. Вкус и запах продукта – кисломолочный с ароматом внесенных добавок, консистенция однородная.

Паста сырная пикантная вырабатывается на обезжиренной белковой основе с добавлением сливочного масла, сухого молока, солей-плавителей, стабилизаторов и пищевых ароматизаторов (фирма Санофи Био Индустри – Франция). Вносятся ароматизаторы: бекон, чеснок, лосось, грибы. Паста содержит массовую долю жира не менее 15,0% и влаги не более 70%. Имеет нежную пастообразную консистенцию со своеобразным пикантным вкусом. Срок хранения 7 суток.

Паста с пыльцово-медовой добавкой «Бодрость». Пыльцово-медовую добавку получают путем смешения измельченной пыльцы (размер частиц 15 мкм) и меда в соотношении 1:5 при температуре (35±3) °С с последующим настаиванием в течение 24 ч и периодическим перемешиванием. Содержание витаминов, мг %: С – 15,8; токоферолов –14,4; каротиноидов – 3,76; никотиновой кислоты – 2,38; пантотеновой кислоты – 0,50; инозита – 32,9; биофлавоноидов – 179,5.

Творожные десерты, кремы

В настоящее время вырабатывается широкий ассортимент творожных десертов для непосредственного потребления в пищу, имеющих однородную, нежную, умеренно плотную консистенцию, чистый, кисломолочный, в меру сладкий вкус, с привкусом введенного наполнителя или ароматизатора, ровный по всей массе цвет, характерный для введен-

ного наполнителя или красителя. В зависимости от исходного сырья и введенных наполнителей продукты имеют различную массовую долю жира и влаги, кислотность – не более 210–240 °Т.

Десерт содержит массовую долю жира 8%, влаги не более 80%, фасуется по 150 г в прозрачные полистироловые баночки с крышками, на которые наклеиваются красочные этикетки. В качестве наполнителей используют клюкву, черную смородину, малину, растертые кокос или орех.

Также изготовляются творожные десерты с подсластителем (аспартамом) как малокалорийный продукт и для диабетиков.

Десерты творожные витаминизированные (с поливитаминным премиксом циклокаром) лечебно-профилактического назначения особенно нужны в условиях неблагоприятной радиационно-гигиенической обстановки. Эти продукты содержат: массовую долю жира – не менее 5; влаги – не более 70, 82, 86; белка – 10–19,6 сахарозы – 12%; витамина С – не менее 20, бета-каротина – 5 мг/100 г, кислотность не более 180, 200, 240 °Т (табл. 9.2).

В зависимости от применяемого сырья, внесенных вкусовых наполнителей и пищевых ароматизаторов творожные десерты вырабатывают следующих видов: сырки в шоколаде – деликатесные с какао, ароматизированные, ванильные, цитрусовые; творожные кремы «Здоровье» нежирные или 5%-ной жирности с какао, ароматизированные, витаминизированные, десертные.

Вырабатывают крем десертный ароматизированный 2,5%-ной жирности, крем десертный шоколадный 2,5%-ной жирности. Благодаря использованию специально подобранного сочетания стабилизаторов фир-

9.2. Десерты творожные с различными наполнителями

Сырье	Творожный десерт с фруктовыми наполнителями		Творожный десерт с натуральными ягодными наполнителями
	сладкие	соленые	
Творог полужирный	56	56	56
Сливки 20 %-ной жирности	28	28	28
Наполнитель фруктовый	10		
Натуральный ягодный наполнитель			13
Сухая смесь		14,5	
Сахар-песок	6		3
Соль		1,5	
ИТОГО	100,0	100,0	100,0

мы Санофи Био Индустри (Франция), вкусовых и ароматических веществ, массовой доли сухих веществ, молочной основы, продукт, имеющий низкое содержание жира обладает нежной, кремообразной, достаточно вязкой и стабильной консистенцией и приятным «наполненным» вкусом.

Кроме нормализованного молока применяется обезжиренное или цельное молоко, сахар-песок, крахмал желирующий, красители и ароматизаторы, пищевые стабилизаторы. Белка в креме – 3,3–3,6%, углеводов – 16,2–17,6, в том числе сахарозы – 9,5–11,5, сухих веществ – 23–24%. Приготовленную смесь гомогенизируют, охлаждают, вносят ароматизаторы, красители.

Продукты с радиопротекторными свойствами

В настоящее время в профилактике заболеваний важное место отводится продуктам с естественными радиопротекторами. В их состав вводятся витамины, пектины, каротин, флавоноиды, тритерпеновые гликозиды и др. Для этой цели можно использовать траву чабреца, морскую капусту, спирулину, укропную солевую приправу, растворимый цикорий, порошок из плодов мускатной тыквы Арабатской, полисолодовый экстракт, плоды аронии черноплодной, соки клюквы, брусники, капусты белокочанной и др.

Разработан молочно-белковый десерт (К. К. Полянский и др.) «Арония» с использованием обезжиренного творога, сухого обезжиренного молока, сливочного масла и протертой с сахаром черноплодной рябины, стабилизатора желатина. Десерт имеет чистый, сладкий вкус с привкусом пастеризации и наполнителя, желеобразную, однородную консистенцию, цвет ярко-фиолетовый, равномерный во всей массе. Массовая доля влаги в нем – 49,5%, жира в сухом веществе – 15%, сахарозы – 20%. Гарантийный срок хранения – не более 10 суток.

Черноплодная рябина содержит, мг/100 г: витамина Р – 1200–4977 на сырое вещество, аскорбиновой кислоты – 37,9, каротина – 4–6, биофлавоноидов – 1200, а также витамины РР, B_2, Е, и микроэлементы – марганец, медь, бор, йод.

В качестве радиопротектора рекомендовано (Л. А. Остроумов) вводить в молочные и творожные десерты клюкву, содержащую биофлавоноидов 869 мг/100 г, аскорбиновой кислоты 27,25 мг/100 г.

Творожные продукты «Александрина». Биологически активная добавка «Александрина» (И. Ф. Горлов и др.) получена на основе хлебопекарных дрожжей с помощью физических методов, без химических реагентов. Добавка не содержит холестерина, хорошо растворяется в воде и содержит 8 незаменимых и 10 заменимых аминокислот, 10 водораство-

римых витаминов, микро- и макроэлементы, углеводы, нуклеотиды, липиды, хлориды, сульфаты, фосфатиды и др. Питательная ценность добавки – 90%, переваримость – 80%. Липидный состав добавки: 50% ненасыщенных, 20% полиненасыщенных и 30% насыщенных жирных кислот. Добавка обладает высокой биологической ценностью и низкой стоимостью.

«Александрина» добавляется в творожные продукты с витаминами, с изюмом, с фруктово-ягодными обогатителями.

Пороки творога

Пороки творога возникают при несоблюдении технологических режимов, санитарно-гигиенических условий производства и хранения.

Кислый вкус творога возникает в результате переквашивания сгустка, длительного самопрессования при повышенных температурах, недостаточного охлаждения после приготовления и т. п. Такой творог после добавления пресного творога можно перерабатывать в плавленый сыр.

Невыраженный (пустой) пресный вкус чаще всего обнаруживается в жирном твороге, выработанном сычужно-кислотным способом, когда нарастание кислотности отстает от скорости уплотнения сгустка. Чтобы предупредить этот порок, необходимо уменьшить дозу фермента, а самопрессование начинать при кислотности не менее 70–75 °Т. При кислотном способе производства этот порок может возникнуть вследствие вымывания водой молочной кислоты.

Нечистые вкус и запах появляются при употреблении плохо вымытой и продезинфицированной посуды, аппаратуры, серпянок и мешковины, а также при хранении творога в невентилируемом помещении.

Горький вкус творога может быть кормового (при поедании животными полыни) и бактериального происхождения (вследствие развития пептонизирующих бактерий). Этот порок вызывается также внесением повышенных доз пепсина при сквашивании.

Прогорклый вкус характерен в основном для жирного творога. Он обусловлен разложением жира ферментами плесеней, бактерий. Появлению этого порока способствуют неплотная набивка продукта в кадки, хранение его при повышенных температурах и пастеризация при пониженных.

Гнилостный и аммиачный привкус является следствием глубокого разложения белка гнилостными бактериями. Чтобы предупредить этот порок, необходимо применять активную закваску молочнокислых бактерий.

Дрожжевой привкус обнаруживается в хранившемся длительное время твороге и сопровождается вспучиванием творожной массы и газо-

образованием. Чтобы избежать этого, творог нужно плотно набивать в кадки, хорошо его прессовать и хранить при низких температурах.

К порокам консистенции творога относятся рыхлость, мажущаяся консистенция, крошливость и т. д.

Рыхлая консистенция бывает обусловлена низкими температурами пастеризации и высокими температурами сквашивания, применением заквасок малой активности, а также прессованием при повышенных температурах.

Мажущаяся консистенция вызывается переквашиванием сгустка, когда вследствие избытка молочной кислоты образуются растворимые лактаты казеина. Этот порок может быть также связан с плохим отделением сыворотки при низких температурах сквашивания.

Крошливая, сухая и грубая консистенция получается при недостаточной связанности частиц творога. Причинами этого порока бывают высокие температуры отваривания, слишком длительное прессование, недостаточная кислотность творога при сычужно-кислотном способе производства.

Резинистая консистенция присуща творогу, выработанному сычужно-кислотным способом. Она обусловливается быстрым уплотнением сгустка под воздействием повышенных доз фермента, недостаточной кислотностью и повышенными температурами сквашивания.

Ослизлость появляется в результате развития плесеней и некоторых бактерий из группы щелочеобразующих.

Из других пороков творога следует отметить плесневение, которое возникает при длительном хранении продукта в неблагоприятных условиях. Плесень развивается не только на поверхности творога, но и внутри массы продукта при недостаточно плотной набивке кадки. Плесневению способствует также наличие сыворотки.

Глава 10. Технология мороженого

Высококачественный и вкусный продукт – мороженое – является деликатесом и пользуется большим спросом у людей любого возраста и в любое время года. Хотя он относится к прохладительным, однако, его потребление в развитых странах одинаково летом и зимой.

Впервые в Европе мороженое появилось в XIII в., когда путешественник Марко Поло привез из Китая рецепт этого продукта. В 1660 г. итальянец Франческо Прокопио в Париже открыл торговлю мороженым. Технология мороженого была засекреченной, для его производства требовалось бесперебойное снабжение холодом (снег, лед), поэтому мороженое не нашло широкого использования. Лишь в XIX в., когда появились первые холодильные машины, технология мороженого стала широко распространяться.

В Россию мороженое пришло из Франции. В 1845 г. купцу Ивану Излеру был выдан патент на машину для приготовления мороженого. Промышленное производство мороженого в нашей стране началось в 1932 г., когда в Москве и других городах были организованы цехи по производству мороженого, и в этом же году было выработано 20 т, а в 1936 г. было произведено 17 тыс. т.

Быстро выросло производство мороженого в нашей стране. С 50-х годов активно развивается машиностроение, выпускающее технологическое оборудование для производства мороженого, а к 1970 г. внедрено современное технологическое оборудование для его промышленного производства, с поточными автоматизированными линиями для изготовления всех видов мороженого, линии для малых и больших предприятий. Пятьдесят девять крупных предприятий вырабатывали в бывшем СССР – 462 тыс. т мороженого. Ассортимент и качество мороженого превосходили все страны мира. Потребление мороженого на душу населения в год в сельской местности составляло 1,8 кг, городского жителя – 3,1 кг.

Виды мороженого, его пищевая и биологическая ценность

Мороженое получают путем взбивания и замораживания молочных или фруктово-ягодных смесей с сахаром, со стабилизатором, а для некоторых видов – с вкусовыми и ароматическими наполнителями. Ассортимент мороженого очень разнообразен и включает более 50 наименований.

В зависимости от химического состава мороженого, наполнителей различают мороженое на молочной основе и без добавления молочного сырья – плодово-ягодное и ароматическое.

Изготовленное на молочной основе мороженое подразделяется на молочное, сливочное, пломбир и потребляется обычно после взбивания, замораживания и закаливания. Но на предприятиях общественного питания вырабатывают мягкое мороженое, которое употребляют в пищу сразу же после выхода из фризера, то есть после взбивания и замораживания, с температурой от –5 до –7 °С, не подвергнутое закаливанию. Мягкое мороженое напоминает взбитый, охлажденный крем, очень приятного вкуса и консистенции.

Разновидности плодово-ягодного мороженого вырабатывают из плодов, ягод или продуктов их переработки (натуральных соков, джемов, конфитюров, варенья и др.). Для производства ароматического мороженого используют сахарный раствор с добавлением кислоты, стабилизаторов, ароматических эссенций и красящих веществ. Любительские виды мороженого вырабатывают в небольшом количестве, используя для производства разнообразные комбинации сырья.

Название мороженого определяется составом и введенными вкусовыми и ароматическими наполнителями. Например, если в смесь для молочного или сливочного мороженого входят шоколад или клубника, оно именуется соответственно молочным шоколадным или сливочным клубничным. Требования к составу основных видов мороженого указаны в табл. 10.1.

Вкус и запах должны быть чистыми, ярко выраженными, характерными для данного вида мороженого и используемого для его выработки молочного сырья, без посторонних привкусов и запахов; консистенция – однородной во всей массе, без ощутимых кристаллов льда, комочков жира и стабилизатора, достаточно плотной; цвет – однородным, характерным для данного вида. Допускается неравномерная окраска мороженого, приготовленного с плодами, ягодами и орехами (как в целом, так и в измельченном виде), и «мраморного».

По бактериологическим показателям мороженое не должно содержать патогенных и токсигенных микробов (сальмонелл, стафилококков). Допустимый титр кишечной палочки не ниже 0,3, а общее количество микробов не должно превышать 100 тыс. в 1 мл мороженого любого вида.

Мороженое обладает высокой пищевой и биологической ценностью. Оно богато углеводами (от 14% в молочно-сливочных видах, до 30% в фруктово-ягодных), жирами (в пломбире и тортах из мороженого до 17%, в молочном 2,8–3,5%), белками (3,5–4,5% в виде казеина, лактальбумина, лактоглобулина), минеральными солями (до 0,7%), а также витаминами. Мороженое обладает лечебно-профилактическими свойствами против ангины (тонзиллита). Систематическое потребление мороженого в уме-

10.1. Физико-химические показатели мороженного

Мороженое	Массовая доля, %, не менее			Кислотность, °Т, не более
	молочного жира	сахарозы	сухих веществ (без учета стабилизатора)	
Молочное:				
без наполнителя,	3,5	15,5	20	22
с орехами, кофейное, с изомом,				
шоколадное, крем-брюле,	3,5	17,5	31	24
с плодами, ягодами	2,8	16,0	29	50
Сливочное:				
без наполнителя,	10,0	14,0	34	22
с орехами, кофейное, с изомом,				
шоколадное, крем-брюле,	10,0	16,0	36	24
с плодами, ягодами	8,0	15,0	33	50
Пломбир:				
без наполнителя,	15,0	15,0	40	22
с орехами, кофейное, с изомом,				
шоколадное, крем-брюле,				
с плодами, ягодами	12,0	16,0	38	50
Плодово-ягодное	–	27	30	70
Ароматическое	–	25	25	70
Мороженое любительских видов:				
«Морозко» сливочное	8,0	14,0	32	22
«Морозко» пломбир	12,0	15,0	37	22
«Белоснежка»	–	17,0	29	24
«Прохлада»	–	30,0	33,5	70
«Шербет»	1,0	28,0	32	70
«Днестровское»	–	22,0	28,7	50
«Столичное» молочное	5,0	22,0	33,7	50
«Фруктовый лед»	–	27,0	28,0	70
«Чайный лед»	–	27,0	27,0	–

ренных дозах закаляет горло, предупреждает заболевание тонзиллитом. Калорийность молочных и фруктовых видов мороженого составляет 1300–1350 ккал/кг, сливочного – 2000, пломбира – 2600 ккал/кг.

Характеристика применяемого сырья

Для смесей на молочной основе (молочное, сливочное, пломбир) основным сырьем являются молочные продукты: молоко коровье цельное и обезжиренное кислотностью не выше 18 °Т, сгущенное цельное и обезжиренное, с сахаром и без сахара, сухое цельное и сухое обезжиренное, сгущенная и сухая пахта, сухие смеси для мороженого, сыворотка

осветленная и сброженная сгущеная, сливки из коровьего молока различной жирности с кислотностью плазмы не выше 24 °Т, сливки сгущенные с сахаром и сухие, масло коровье сливочное несоленое высшего сорта, а также допускается частичная и полная замена жира молочного растительным фирмы «Орхус Олие» (Дания). Эта фирма для смеси мороженого рекомендует жир Полавар Е31 и Бутао 06 (для кремового мороженого), а для глазури для покрытия мороженого – жиры Полавар Е25 или Полавар Е28. В состав жиров фирмы «Орхус Олие» входит лауриновый жир. Фирма «Лодерс Кроклаан» (Голландия) рекомендует использование для всех видов глазури растительного жира. При этом в основном используются лауриновые жиры, содержащие около 50% лауриновой кислоты. Лауриновые жиры получают из пальмоядрового и кокосового масла, температура их плавления 25–30 °С, а для нелауриновых она составляет 34–38 °С. На этой основе и разработан жир Айскер для глазури. Глазурь получается легкоплавкая (25 °С) и тонкая. При надобности вводят шрот какао в глазурь.

Этой фирмой предложен новый компонент для глазури – лецитин. он хорошо удерживается на поверхности мороженого и является антиокислителем жиров, содержит токоферолы, что способствует улучшению здоровья потребителей.

Также рекомендуется применение ароматизированной глазури (аромат ванили, цитрусовых и др.) с приданием определенного цвета (бета-каротин и др.).

Количество сухого обезжиренного молока на 1 т готового продукта не должно превышать для молочного мороженого 50 кг, сливочного 35 и пломбира 20 кг. Молочные консервы в производстве мороженого применяют с целью повышения содержания СОМО. Рекомендуется использовать сухое молоко распылительной сушки, которое имеет наибольшую растворимость.

Сахар – обязательный компонент во всех видах мороженого. Он придает продукту сладкий вкус, а также понижает температуру замерзания мороженого, препятствуя тем самым образованию крупных кристаллов льда при фризеровании и обеспечивая нежную и однородную консистенцию готового продукта.

Точка замерзания зависит от молярной концентрации раствора, т. е. от веществ, находящихся в молекулярном растворе. Следовательно, точка замерзания смесей для мороженого зависит от количества сахарозы, лактозы, минеральных солей. Остальные вещества влияют на точку замерзания косвенно, замещая воду, вследствие чего увеличивается концентрация водного раствора сахара и солей.

При выработке некоторых видов фруктового мороженого применяют карамельную патоку – продукт неполного гидролиза крахмала, кукурузный сахар (глюкозу), кукурузный сироп, мед, сорбит и ксилит (для больных сахарным диабетом). Глюкоза менее сладкая, чем свекловичный сахар. Ее молекулярная масса (180,1) – почти в 1,9 раза ниже, чем сахарозы (342,17), следовательно, ее молекул в одном и том же количестве вещества содержится в 1,9 раза больше. Поэтому глюкоза влияет на понижение точки замерзания в 1,9 раза сильнее, чем сахароза, и полностью заменять ею сахар недопустимо.

Обязательным ингредиентом всех видов мороженого являются стабилизаторы – коллоидные гидрофильные вещества, которые, связывая свободную воду и повышая вязкость смесей, способствуют структурообразованию мороженого. Стабилизаторы также улучшают консистенцию готового продукта и повышают его сопротивляемость таянию. В качестве стабилизаторов при производстве мороженого применяют желатин, пищевой агар, агароид, альгинат натрия, казеинат натрия, пектин, модифицированный желирующий крахмал, а также обычный картофельный и кукурузный, пшеничную муку высшего сорта, метилцеллюлозу, фурцелларан и др.

Желатин предварительно выдерживают в холодной воде для набухания в течение 30 мин, нагревают до 65 °С и в количестве 0,5–0,9% вносят в смесь в виде 5–10%-ного раствора при температуре не выше 65–70 °С, так как при более высоких температурах его способность к желированию ослабевает.

Агар, агароид, альгинат натрия, фурцелларан, получаемые из морских водорослей, по желирующей способности превосходят желатин. В холодной воде они не растворяются, но набухают в ней, связывая 4–10-кратное количество воды. Их вносят в смесь в количестве 0,3–0,7%.

Пектин из свеклы используют лишь при производстве фруктово-ягодного мороженого, так как он отличается высокой стойкостью к воздействию кислот. Пищевой пектин вырабатывают в жидком и сухом видах. Он легко набухает, растворяется в холодной и горячей воде. Его водные растворы обладают большой вязкостью, однако при температурах выше 70 °С желирующая способность ослабевает. Пектин заливают холодной водой (1 : 20) и постепенно нагревают при помешивании до полного растворения. Раствор доводят до кипения и кипятят 1–2 мин. Затем фильтруют и вводят в смесь перед пастеризацией.

В настоящее время до 80% закаленного мороженого вырабатывают с желирующим крахмалом. Его вносят в молочную смесь при температуре 40–45 °С в количестве 1% для сливочного мороженого и пломбира и 1,5% – для молочного и фруктового мороженого.

В качестве стабилизатора применяют также метилцеллюлозу, представляющую собой продукты переработки древесной целлюлозы. Метилцеллюлозу предварительно заливают горячей водой или молоком (50–60 °С) из расчета получения 1%-ного раствора, пастеризуют при 85 °С с выдержкой в течение 5 мин. При этой температуре метилцеллюлоза находится в растворе в виде белых хлопьев. Затем ее охлаждают до 6 °С и фильтруют. Охлаждаясь, она переходит в раствор и представляет собой прозрачную киселеобразную жидкость. Во время пастеризации и охлаждения раствор надо перемешивать, чтобы предотвратить оседание хлопьев. Вводят метилцеллюлозу в пастеризованную и охлажденную смесь перед фризерованием в количестве 0,2% для плодово-ягодных и ароматических видов мороженого и 0,3% для молочных. В качестве стабилизаторов применяют также пшеничную муку, казеинат натрия, куриные яйца или яичный порошок.

Для улучшения вкуса и запаха продукта в мороженое вносят различные вкусовые и ароматические добавки (ванилин, какао-порошок, кофе, чай в виде экстрата, ядра орехов и сладкого миндаля, органические кислоты, пищевые эссенции, вино, коньяк, кондитерские изделия – вафли, карамель, цукаты).

Ядра орехов (арахиса, грецкого, фундука) поджаривают, дробят и добавляют в количестве 6% массы смеси. Какао-порошок, используемый при выработке шоколадного мороженого, вносят в количестве 2%.

Фрукты и ягоды придают мороженому приятный аромат, улучшают вкус и повышают пищевую ценность продукта, обогащая его углеводами, витаминами, минеральными солями, органическими кислотами. Применяют их свежими, замороженными, в сухом виде (изюм), а также продукты их переработки (соки, варенье, повидло).

Для выведения из организма тяжелых металлов и радионуклидов в последние годы в качестве наполнителей стали вносить в мороженое огородные и бахчевые культуры: свеклу, морковь, томаты, ревень, турнепс, дыни.

Технологический процесс производства мороженого

Производство мороженого включает в себя следующие операции: в зависимости от имеющегося сырья выбирают рецептуры или рассчитывают массу компонентов с учетом химического состава сырья и готового продукта, проверяют качество сырья, составляют смесь для мороженого, пастеризуют, фильтруют, гомогенизируют, охлаждают и проводят созревание смеси, замораживание, фасуют и закаливают мороженое.

При отсутствии того или иного вида сырья делают перерасчет рецептур.

Арифметический метод основан на применении графических способов расчета – по квадрату или треугольнику смешения. Его применяют при наличии двух-трех молочных компонентов.

Расчет алгебраическим методом предусматривает решение системы из трех уравнений с тремя неизвестными: по количественному балансу сырья, по балансу жира и по балансу СОМО.

При расчете нормативным методом преобразуют основную рецептуру, что позволяет получить новые рецептуры мороженого, различающиеся между собой количественным соотношением компонентов. При этом химический состав мороженого и номенклатура сырья полностью сохраняются.

Смесь приготавливают в емкостных пастеризаторах с мешалкой. Предварительно подготовленные компоненты и отвешивают. В первую очередь загружают жидкие компоненты – воду, молоко, сливки, подогревают их до температуры 35–45 °С, обеспечивающей наиболее полное и быстрое растворение. Сахарный песок вносят в сухом виде после просеивания (через сита с диаметром ячейки 2–3 мм) или в виде сиропа. Сухие молочные продукты смешивают с сахарным песком в соотношении 1:2 и растворяют в небольшом количестве молока до получения однородной массы. Сгущенные молочные продукты вносят в емкостные пастеризаторы непосредственно. Сливочное масло или пластические сливки зачищают от штаффа и разрезают на небольшие куски или плавят на змеевиковых плавителях.

При поточном методе производства процесс составления смеси полностью механизирован. Для этого все компоненты предварительно растворяют при строго поддерживаемой концентрации жира, сахара, СОМО.

Обработка смеси включает фильтрацию, пастеризацию и гомогенизацию.

Фильтрацией удаляются механические примеси и нерастворившиеся частицы компонентов. Чтобы предупредить вторичное бактериальное обсеменение, фильтрацию (установку фильтров) лучше проводить до пастеризации. Обычно используют пастеризационно-охладительные установки, в которые входят также фильтр и гомогенизатор.

Обработка смеси проходит в тонком слое и в непрерывном потоке, без доступа воздуха, чем обеспечивается высокая эффективность пастеризации, сохранение ароматических веществ, а также витаминов. Пастеризация проводится при температуре 85 °С с выдержкой 50–60 с. Такие высокие режимы тепловой обработки объясняются тем, что в смесях для мороженого повышено содержание сухих веществ, которые, увеличивая вязкость смесей, оказывают защитное действие на микроорганизмы.

Смеси на молочной основе необходимо обязательно гомогенизировать, особенно если в качестве дополнительного источника жиров применяют сливочное масло. Благодаря гомогенизации жировые шарики дробятся и равномерно распределяются в смеси. Кроме того, мелкие жировые шарики быстрее принимают температуру охлаждения и закаливания, в них достигается большая степень отвердевания глицеридов молочного жира, что способствует не только получению однородной консистенции продукта, но и большей взбитости, которая изменяется в прямой зависимости от количества отвердевших глицеридов. С повышением дисперсности жировой фазы уменьшается расстояние между жировыми шариками, что способствует получению мелких кристаллов льда при замораживании и улучшает структуру готового продукта.

В хорошо гомогенизированной смеси без наличия жировых скоплений диаметр жировых шариков не должен превышать 1–2 мкм. Гомогенизацию необходимо проводить при температурах, близких к температуре пастеризации, но не ниже 63 °С. При температурах ниже 60 °С происходит усиленная агрегация мелких жировых шариков, резко увеличивается вязкость смеси за счет образования жировых скоплений, что ведет к снижению взбиваемости в процессе фризерования.

Давление гомогенизации должно быть тем выше, чем ниже содержание жира. Молочные смеси гомогенизируют при 12,5–15 МПа, сливочные – при 10–12,5, пломбирные – при 7,5–9 МПа в зависимости от применяемого сырья. С повышением давления гомогенизации уменьшаются размеры жировых шариков, но увеличивается количество жировых скоплений, которые при фризеровании разрушают воздушные пузырьки, ухудшая взбитость. Нарушение режимов гомогенизации приводит к дестабилизации жира при фризеровании и ухудшению консистенции готового продукта – появлению крупинок молочного жира и др.

Охлаждение и созревание смеси. Гомогенизированную смесь быстро охлаждают до температуры 0–6 °С и направляют в емкостный аппарат с мешалкой для созревания и хранения смеси. Использование в качестве стабилизаторов агара, агароида и других равноценных стабилизаторов позволяет перерабатывать охлажденную смесь без выдержки для физического созревания.

При использовании в качестве стабилизатора желатина и некоторых других веществ необходимо физическое созревание смеси. Оно проводится при температуре 0–6 °С в течение от 4 до 24 ч, при этом происходит гидратация белков молока и стабилизатора, дальнейшая адсорбция различных веществ, содержащихся в смеси, на поверхности жировых шариков; отвердевание глицеридов молочного жира в виде смешанных кристаллов в объеме жировых глобул. Степень отвердевания достигает примерно 50%.

Благодаря отвердевшему жиру созревшая смесь хорошо поглощает и удерживает пузырьки воздуха при замораживании и закалке мороженого. Чем больше отвердевшего жира, тем выше степень поглощения (взбивания) пузырьков воздуха. Готовый продукт, изготовленный из созревшей смеси, имеет высокую взбитость и нежную, без крупинок кристаллов льда, структуру. Продолжительность физического созревания зависит от состава смеси, ее температуры и гидрофильных свойств стабилизатора.

Перед фризерованием в смесь вносят ароматические вещества (ванилин, ванилон, арованилон) в количестве 0,005–0,15% и эссенции. Ванилин добавляют в виде водно-спиртового раствора (300 г ванилина, 200 г спирта и 500 г воды при температуре 30 °С) или порошка, растертого с сахарной пудрой.

Фризерование смеси. Во время фризерования смесь насыщается воздухом при одновременном частичном замораживании. В результате образуется новая фаза (кристаллы льда и жира), разделенная прослойками жидкой фазы. От правильности проведения этого процесса зависят структура и консистенция готового продукта.

При замораживании происходит фазовое превращение воды, при фризеровании смесей на молочной основе замерзает от 45 до 67%, а плодово-ягодных – только 25% от общей доли влаги. Для получения мороженого хорошей консистенции необходимо, чтобы размеры кристаллов не превышали 100 мкм. Чем больше воды заморозится в процессе фризерования, тем меньше времени потребуется на закалку и тем лучше будет качество мороженого. Температура начала замораживания смеси колеблется в пределах от –2,2 до –3,5 °С в зависимости от вида смеси.

Структура мороженого зависит также от количества вводимого воздуха и его дисперсности. В мороженом хорошего качества средний размер воздушных пузырьков должен быть не более 60 мкм. Мороженое с высокой взбитостью благодаря низкой теплопроводности воздуха плавится медленнее. При недостаточной взбитости оно получается слишком плотным, с грубой консистенцией и структурой, при слишком высокой – снегообразным, с хлопьевидной структурой. Взбитость – очень непостоянная характеристика и зависит от многих факторов: состава смеси (содержание сухих веществ и жира), свойств жира и стабилизатора, эффективности гомогенизатора, режима фризерования, конструкции фризера, состояния его ножей. Смеси, в которых используются свежие сливки, взбиваются лучше, чем смеси со сливочным маслом. С увеличением содержания сахара взбитость понижается, а время, необходимое для получения максимальной взбитости, возрастает.

Жир ухудшает взбитость, так как жировые шарики ослабляют перегородки между воздушными пузырьками. Но присутствие жира препятствует росту кристаллов льда, обеспечивая тем самым нежную консистенцию мороженого. При взбитости 100% в 1 г мороженого содержится около 8,3 млн. воздушных пузырьков с общей поверхностью 0,1 м^2. Для сливочного мороженого и пломбира достигается взбитость 70–100%, для молочного – 50–60%, для мороженого фруктовых видов – 35–40%.

В мороженом после фризерования большая часть жира переходит в твердое состояние, жидкого жира остается 11–12%.

Температура мороженого в конце фризерования составляет от – 4,5 до –6 °С.

Для замораживания смеси используют фризеры периодического действия (ФПД) с рассольным охлаждением или непосредственным испарением холодильного агента, а также фризеры непрерывного действия (ФНД) с непосредственным охлаждением.

Вместимость цилиндра в ФНД, обусловленная величиной кольцевого зазора между мешалкой и стенкой цилиндра, сравнительно мала (2–4 л), что способствует интенсивному протеканию процесса замораживания. Вращающаяся мешалка перемешивает смесь, вследствие чего в нее врабатывается воздух. При соприкосновении со стенкой цилиндра, в межстенном пространстве которого циркулирует хладагент, смесь равномерно замораживается. Быстровращающиеся ножи-скребки отделяют намерзающий слой от стенок, и он под давлением, создаваемым насосами, непрерывно вытесняется из цилиндра.

Процесс насыщения смеси воздухом можно представить в три стадии: введение воздуха в смесь, его вработка, т.е. перемешивание, и равномерное распределение воздушных пузырьков при выходе мороженого из цилиндра. Взбитость мороженого в ФНД достигает 100%. Эта установка обеспечивает непрерывность потока и дает возможность регулировать взбитость. Кроме того, благодаря интенсивности процесса замораживания улучшается структура готового продукта.

С 1968 г. в нашей стране вырабатывают мягкое мороженое. По вкусовым качествам мягкое мороженое значительно превосходит закаленное. Температура этого продукта после фризерования от –5 до –7 °С, значительно выше, чем закаленного – до –20 °С. 50–60% содержащейся в нем воды находится в замороженном состоянии. Его кислотность должна быть не выше 24 °Т, титр кишечной палочки – не ниже 0,3 мл, общее количество микрофлоры на 1 мл смеси – не более 150 тыс., взбитость – не менее 50–60%.

Мягкое мороженое вырабатывают на основе сухих смесей различных видов мороженого – молочного, сливочного, пломбира (с наполнителями и без них). При восстановлении они не требуют предварительной обработки перед фризерованием.

Фасование и закаливание мороженого. Выходящее из фризера мороженое быстро фасуют и немедленно направляют на закаливание, так как при задержке часть закристаллизованной воды может оттаять, что в дальнейшем приводит к образованию крупных кристаллов льда.

В процессе закаливания температура понижается до –15...–18 °С. При этом вымораживается 75–85% общего количества воды, содержащегося в мороженом. Полная кристаллизация воды невозможна, так как сильно возрастает концентрация солей и сахара в незамерзшей части раствора, вследствие чего резко снижается температура замерзания (ниже – 50 °С).

При закаливании глицериды молочного жира почти полностью переходят в твердое состояние, жидкого жира остается всего лишь доли процента.

Процесс закаливания протекает значительно медленнее, чем фризерование, и без механического перемешивания, поэтому создаются условия для образования крупных кристаллов льда и их срастания в жесткий кристаллизационный каркас. Наличие тонкодиспергированной отвердевшей фазы жира, многочисленных пузырьков воздуха препятствует образованию крупных сросшихся кристаллов воды. В мороженом температурой –20 °С преобладает кристаллизационная структура. Такое мороженое имеет плотную консистенцию и достаточно высокую прочность.

Продолжительность закаливания зависит от состава мороженого, температуры окружающей среды, применяемого оборудования (морозильные аппараты, рассольный генератор, холодильные камеры и пр.), вида упаковки и пр.

Порции мороженого массой 50, 80 и 100 г выпускают в виде брикетов на вафлях и без них, эскимо различных видов, в бумажных и вафельных стаканчиках, рожках из вафель, в кашированной фольге, в картонных с пергаментом коробочках. В виде тортов выпускают порции в коробках по 250–1000 г; по 8–10 кг мороженое фасуют в гильзы из нержавеющей стали.

В камерах для закаливания поддерживается температура от –22 до –30 °С.

Обычно процесс фасования и закаливания мороженого полностью механизирован: применяют поточные линии, состоящие из ФНД, дозатора-автомата и морозильного аппарата, соединенных системой транспортеров. Благодаря интенсивному перемешиванию охлажденного до

–30 °С воздуха в морозильном аппарате закаливание длится 35–45 мин, выходящее мороженое имеет температуру от – 12 до – 18 °С. Такое быстрое закаливание способствует образованию мелких кристалликов льда и нежной структуры мороженого.

Для изготовления эскимо в линию входит эскимогенератор с закалочной формой рассольного охлаждения, дозатором, механизмом для введения в продукт палочек и глазировочного устройства. Смесь из фризера поступает в бункер фасовочного автомата-дозатора, формы заполняются на шагообразно движущейся карусели, вводятся в продукт палочки. Далее мороженое поочередно проходит зону закаливания, где формы омываются рассолом температурой – 40 °С, и зону оттаивания с температурой рассола 30–35 °С. Оттаявшее с поверхности эскимо поступает в глазировочную камеру, подсыхает и попадает по желобу на заверточный автомат. Можно использовать автоматизированную линию с морозильной камерой воздушного охлаждения. Мороженое поочередно проходит зоны спокойного и интенсивного движения воздуха, в которых оно вначале отвердевает, а затем закаливается до температуры –12...–14 °С. Весь процесс длится 15–20 мин. Далее формы обдуваются горячим воздухом, в результате чего мороженое подтаивает и легко извлекается из форм, глазируется, обсушивается и поступает на заверточную машину и дальнейшее закаливание в камеру.

Глазурь для мороженого вырабатывают по рецептурам, куда входит шоколадный кувертюр, какао-масло, какао-порошок, сахарная пудра, сливочное несоленое масло высшего сорта. Для изготовления глазури масло медленно разогревают при температуре 35–38 °С в котлах с паровым или водяным обогревом. В расплавленное масло добавляют какао-порошок или шоколадный кувертюр (какао-порошок предварительно смешивают с сахарной пудрой). Всю массу тщательно перемешивают и выливают из котла небольшими порциями в ванночки для глазирования. При температуре выше 40 °С смесь разделяется на составные части и масло всплывает. Такая перегретая глазурь плохо ложится на эскимо. Повторный разогрев придает глазури салистый вкус, поэтому ее готовят в количестве, не превышающем дневной потребности.

Для выработки тортов из мороженого используют линию производительностью 480 кг/ч. Фризерованную смесь (пломбирную или несколько видов послойно) подают на фасовочную машину, которая дозирует мороженое в коробки. Мороженое в коробках, проходя через морозильный аппарат с температурой –37 °С, закаляется и подается на конвейер отделочного стола. Для отделки тортов и пирожных из мороженого используют сливочные кремы, изготовленные по рецептурам, куда входят цельное сгущеное молоко с сахаром, сливочное несоленое масло

высшего сорта, свекловичный сахар, ванилин и вода. Для изготовления кремов смесь сгущенного молока с водой и сахаром пастеризуют при 85 °С в течение 5 мин, а затем охлаждают до 32–35 °С и добавляют ванилин. Масло нарезают небольшими кусочками, загружают в кремосбивальную машину, вводят небольшими порциями пастеризованную смесь и взбивают до получения однородной кремообразной массы. Крем изготовляют в количестве, рассчитанном на одну рабочую смену.

Хранение мороженого. Закаленное мороженое упаковывают в картонные коробки (лучше из гофрированного картона) по 2,4–6 кг нетто и направляют в камеры хранения с температурой –18...–25 °С и относительной влажностью воздуха 85–90%. Температурные колебания в камере не должны превышать ±3 °С, а при длительном хранении мороженого не допускаются вовсе. Фасованное мороженое в зависимости от вида может храниться до 2 мес. При выпуске с предприятия температура мороженого молочных видов должна быть не выше – 10 °С, фруктово-ягодного и ароматического – не выше –12 °С.

Пороки мороженого

Грубая структура – довольно распространенный порок, при котором в продукте встречаются крупные кристаллы льда. Причиной этого могут быть нарушение режима гомогенизации, фризерования, исключение из технологического процесса желатина в качестве стабилизатора, резкие колебания температуры в период закалки, хранения и транспортирования и т. п.

Крупитчатая или маслянистая структура в мороженом высокой жирности (сливочном, пломбире) характеризуется наличием ощутимых на вкус комочков молочного жира. Он возникает при использовании в рецептурах сливочного масла, нарушении режима или исключении гомогенизации, при неудовлетворительной работе фризера, в результате чего происходит дестабилизация жировой фазы, приводящая к образованию микрозерен масла.

Плотная консистенция чаще всего появляется в мороженом с повышенным содержанием жира и сухих веществ при недостаточной взбитости.

Хлопьевидная структура наблюдается в мороженом, содержащем мало сухих веществ, при нарушении режима гомогенизации и насыщении смеси воздухом в виде крупных пузырьков.

Песчанистость возникает в мороженом при кристаллизации лактозы в виде мелких песчинок. Снижение содержания СОМО исключает этот порок, а внесение наполнителей (фруктов, орехов, какао-порошка) и резкие колебания температуры в процессе хранения усиливают его.

Металлический привкус возникает при соприкосновении смеси и мороженого с металлической поверхностью оборудования или тары с нарушенной полудой, когда возникают гальванические токи между металлами посуды и полуды и идет растворение металлов.

Посторонние привкусы и запахи появляются при использовании некачественного сырья и нарушении санитарно-гигиенических требований к содержанию оборудования.

Излишне кислый вкус мороженого фруктовых видов возникает вследствие нарушения рецептуры при составлении смеси (избыточном внесении в смесь органических кислот, недостаточном внесении сахара и т. п.).

Контрольные вопросы

1. Какие виды питьевого молока изготовляет отечественная молочная промышленность? Назовите их отличительные особенности.
2. Какими диетическими и лечебными свойствами обладают кисломолочные напитки?
3. Каковы особенности в технологии напитков молочнокислого и смешанного брожения?
4. В чем заключается сущность ускоренного метода созревания сметаны с предварительной низкотемпературной обработкой сливок?
5. Каковы отличительные особенности технологии традиционного и раздельного способов получения творога?
6. Какие изменения происходят при замораживании и закаливании мороженого с компонентами его смеси и как это влияет на его качество?

Раздел II. ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ И ДЕТСКИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Глава 11. Общая технология молочных консервов

Теоретические основы консервирования

В сбалансированном питании велико значение коровьего молока, оно необходимо человеку в любом возрасте. Однако молоко – скоропортящийся продукт. В свежем виде при охлаждении его до температуры менее 10 °С оно сохраняется не более 2–3 сут. При такой низкой стойкости употребление молока в свежем виде возможно только в местах его непосредственного производства. Кроме того, получение молока носит сезонный и региональный характер, что не позволяет обеспечить им в свежем виде потребителей, живущих в регионах с неразвитым молочным скотоводством или работающих в экстремальных условиях (научные экспедиции, отдаленные стройки, полеты в космос). Из-за сезонности производства усложняется равномерное в течение года снабжение молоком в свежем виде населения крупных городов и промышленных центров. Невозможны также создание государственных продовольственных резервов и экспорт молока в свежем виде. Следовательно, для удовлетворения перечисленных потребностей в молоке некоторую часть его необходимо консервировать.

Современное промышленное консервирование молока, молочного сырья основано на абиозе и анабиозе. Принцип биоза как промышленный способ консервирования молока не используется. В свежевыдоенном молоке лизоцим как фактор естественного иммунитета лишь на непродолжительное время задерживает развитие бактерий. Поэтому этот принцип используется только для резервирования молока в целях последующего консервирования его.

Промышленное консервирование молока по принципу абиоза основано на тепловой стерилизации. В дополнение к тепловой стерилизации допускается использовать неприменяемый в терапии антибиотик низин. Из химических веществ допускаются сорбиновая кислота и ее соли, которые безвредны для человека, но оказывают сильное ингибирующее действие на дрожжи и плесени. Тепловая стерилизация в комплексе с низином и сорбиновой кислотой обеспечивает получение стойкого в хранении продукта.

Из способов обработки, основанных на анабиозе, для консервирования молока, молочного сырья применяются: замораживание воды, снижение активности, доступности воды и сушка продукта.

Торможение биохимических процессов замораживанием и хранение пищевых продуктов в замороженном виде основано на изменении

фазового состояния воды. В замороженном состоянии вода станотся доступной для микроорганизмов.

Эффективная концентрация воды для жизнедеятельности микроорганизмов характеризуется показателем активности воды $a_в$. Количественно этот показатель рассчитывается следующим образом:

$$a_в = P/P_0,$$

где P – давление пара растворителя, Па; P_0 – давление водяного пара, Па.

Если показатель $a_в$ составляет 0,65 или 0,85, то это показывает, что продукт находится в состоянии равновесия с относительной влажностью 65 или 85% (влажность таких продуктов 15–30%).

Оптимальное значение показателя $a_в$ равно для большинства бактерий 0,99–0,95, для дрожжей и плесеней – 0,88–0,65. Наиболее чувствительны к изменению показателя бактерии, наименее – плесени и дрожжи. Некоторые из микроскопических грибов развиваются даже при $a_в$ близком к 0,6. При $a_в$ ниже 0,5 большая часть воды находится в капиллярах диаметром менее 1 нм и является недоступной для микроорганизмов.

Показатель активности воды в молоке можно уменьшить сгущением, растворением различных веществ или одновременно и тем, и другим. При этом увеличивается осмотическое давление (табл. 11.1).

Активность воды $a_в$ и осмотическое давление $P_{осм}$ связаны следующим уравнением:

$$P_{осм} = (RT/V_1)\ 1n\ a_в,$$

где R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура; V_1 – молярный объем растворителя.

Активность воды отражает внутреннее состояние продукта, осмотическое давление характеризует взаимодействие продукта с внешней средой.

При производстве сгущенных молочных консервов для регулирования показателей активности воды и соответственно осмотического давления одновременно со сгущением добавляют сахар-песок. Сахароза обладает высокой растворимостью и не вступает в реакцию с составными частями молока. Моносахара – глюкоза, фруктоза, галактоза – менее растворимы и легко вступают в реакцию с белками молока (меланоидинообразование), вызывая необратимые изменения продуктов. Перспективным является использование для консервирования глюкозо-фруктозных сиропов, получаемых из крахмала и крахмалосодержащего сырья, как обеспечивающих наименьшие изменения составных частей молока.

Обезвоживание молока, молочного сырья как промышленный способ консервирования, основанный на анабиозе (ксероанабиз), широко применяется при производстве сухих молочных продуктов. Сущность

11.1. Зависимость между показателем активности воды ($a_в$), осмотическим давлением $P_{осм}$ и продолжительностью хранения

Молоко	Способ регулирования	$a_в$	$P_{осм}$, МПа	Изменение остаточной микрофлоры	Продолжительность хранения	Температура хранения,°С
Цельное	Отсутствует	0,99–0,9	0,6–0,7	Развиваются все виды микроорганизмов	2–3 дня	2–3
Цельное сгущенное	Концентрирование сгущением	0,9–0,88	3–4	Подавляется жизнедеятельность некоторых видов микроорганизмов, оставшихся после тепловой обработки	5–8 дней	6–8
Цельное сгущенное с сахаром	Концентрирование сгущением и растворением сахара (массовая доля сахарозы в воде продукта 62,5–63,5 %)	0,85–0,83	16–18	Подавляется жизнедеятельность всей остаточной после тепловой обработки сырья микрофлоры	12 мес.	0–10

его состоит в удалении из консервируемого сырья всей свободной и сохранении всей связанной воды, благодаря чему жизнедеятельность микроорганизмов подавляется, так как связанная вода для них недоступна. Кроме того, связанная вода необходима для сохранения обратимости свойств составных частей сухого вещества молока при восстановлении. На белки молока приходится 95% всей связанной воды, поэтому конечная массовая доля влаги в том или ином сухом молочном продукте устанавливается в зависимости от массовой доли белка в каждом из них и колеблется от 1,5 до 5%. В герметически укупоренных сухих молочных консервах исключается увлажнение продуктов при хранении, поэтому они могут длительное время храниться без порчи.

Виды молочных консервов и применяемое сырье

Наряду с традиционными продуктами консервирования цельного молока в последние годы широкое распространение получило также консервирование обезжиренного молока, пахты и сыворотки. В настоящее время организовано промышленное производство сгущенных и сухих концентратов обезжиренного молока, пахты, сыворотки, заменителей цельного молока для выпаивания молодняка сельскохозяйственных животных, а также производство сухих детских и диетических молочных продуктов.

При необходимости многочисленные продукты консервирования цельного молока и других видов молочного сырья систематизируют (классифицируют) по тем или иным признакам (табл. 11.2).

11.2. Виды молочных консервов

Принцип консервирования	Способ консервирования	Молочные консервы
Абиоз	Тепловая стерилизация	Сгущенное стерилизованное молоко, сгущенное стерилизованное молоко пониженной жирности, концентрированное стерилизованное молоко, сгущенное стерилизованное молоко с добавками, не сгущенные стерилизованные молочные консервы разного состава
Анабиоз (осмоанабиоз)	Сгущение	Сгущенное обезжиренное молоко, сгущенная пахта, сгущенная сыворотка, концентрированная сыворотка, сгущенное цельное молоко (полуфабрикат)
	Сгущение и растворение сахарозы в оставшейся воде	Сгущенное цельное молоко с сахаром, сгущенное молоко с сахаром 5% жирности, сгущенные сливки с сахаром, кофе со сгущенным молоком и сахаром, кофе со сгущенными сливками и сахаром, какао со сгущенным молоком и сахаром, какао со сгущенными сливками и сахаром, сгущенное молоко с сахаром и цикорием, напиток кофейный со сгущенным молоком и сахаром, сгущенное нежирное молоко с сахаром, сгущенная пахта с сахаром, сгущенная сыворотка с сахаром
Анабиоз (ксероанабиоз)	Сушка	Сухое цельное молоко 20% и 25% жирности, сухое молоко «Домашнее», сухое молоко «Смоленское», сухое цельное быстрорастворимое молоко, сухое быстрорастворимое молоко 15% жирности, сухое быстрорастворимое обезжиренное молоко, сухие сливки, сухие высокожирные сливки, сухое обезжиренное молоко, сухая пахта, сухая сыворотка, сухая смесь обезжиренного молока и сыворотки, сухие детские и диетические молочные продукты, сухое молоко с растительным маслом, с гидрогенизированным жиром, сухие многокомпонентные смеси (различные виды мороженого, пудинг), сухие кисломолочные продукты, кисломолочные продукты сублимационной сушки

Особенностью технологии производства продуктов, приведенных в табл. 11.2, является концентрирование сгущением или сгущением и сушкой молока цельного и других видов молочного сырья. Концентрирование проводят без разделения на составные части. В процессе концентрирования удаляется только вода. Отличительной особенностью технологии продуктов консервирования цельного молока и других видов молочного сырья является их обработка при возможно полном сохранении в обратимом состоянии. Молочные консервы как концентраты обладают высокой пищевой и биологической ценностью, удобны для фасования, упаковывания, длительного резервирования и дальних перевозок, легко восстанавливаются до исходного состояния при растворении в воде.

В зависимости от вида продукта в процессе консервирования подвергают обработке следующие виды молочного сырья: цельное молоко, обезжиренное молоко, пахту, сливки, сыворотку, их смеси. В качестве консервирующего средства или вкусового наполнителя используют сахарозу (сахар-песок). В целях обогащения продуктов вкусовыми наполнителями, белками, углеводами, минеральными компонентами, заменителями молочного жира, стабилизаторами, эмульгаторами, витаминами, защитными факторами применяют следующие материалы: какао-порошок, натуральный кофе, цикорий, сывороточные белковые концентраты, казецит, копреципитаты, муку для детского и диетического питания, толокно, лактозу, глюкозу, декстрин-мальтозу, лакто-лактулозу, крахмал, глицерофосфат железа, различные растительные масла, животные жиры, фосфатидные концентраты, лецитин, моноглицериды, набор витаминов, лизоцим, молочнокислые бактерии и др. Качество всех перечисленных видов сырья и материалов должно соответствовать требованиям стандартов.

Технологический процесс производства молочных консервов

Несмотря на разнообразие продуктов технология консервирования молока, молочного сырья на определенных стадиях процесса характеризуется общностью отдельных технологических операций. Технология каждого из продуктов включает выполнение как общих, так и частных технологических операций, соответствующих способу консервирования и виду продукта. Общность технологий характерна для начальных стадий процесса производства продуктов. При наличии общих технологических операций технология в целом характеризуется большой гибкостью, что облегчает возможность расширения ассортимента.

К общим технологическим операциям относятся: оценка качества, учет массы, очистка, охлаждение молочного сырья, резервирование в связи с регулированием состава цельного молока, расчетами компонен-

тов и составлением нормализованных смесей, организацией производства того или иного продукта, тепловая обработка нормализованных смесей, других видов молочного сырья перед сгущением, сгущение нормализованных смесей, других видов сырья.

Оценка качества молока. Сохранность молочных консервов зависит от качества молока, приемов подготовки его к обработке и соблюдения технологических режимов. Общее требование к исходному молоку: оно должно быть пригодно для консервирования. Оценка качества цельного молока, его пригодности для консервирования производится в соответствии со стандартом на закупаемое молоко-сырье ГОСТ Р 52054 и требованиями технологических инструкций.

Молоко не должно иметь пороков вкуса и запаха, и в частности таких, которые обусловлены посторонними нелетучими веществами. Оно должно обладать высокой термоустойчивостью, зависящей от титруемой кислотности, pH и солевого (ионного) равновесия. Требования к титруемой кислотности зависят от продукта. Показатели ее должны быть следующими (не более): 16–18 °Т – для концентрированного стерилизованного молока, 19 °Т – для сгущенного стерилизованного молока и 20 °Т – для других видов молочных консервов.

В молоке коров некоторых пород солевое равновесие сдвигается в сторону избытка ионов кальция и магния. Содержание кальция в молоке зависит от времени года: осенью оно выше (136 мг/100 г), чем летом (124 мг/100 г). Избыточный кальций может связываться с казеинаткальцийфосфатным комплексом (ККФК), устойчивость которого к тепловому воздействию при этом может снижаться, казеин и фосфат кальция выпадают в осадок. Солевое равновесие в молоке может нарушаться и по другим причинам. К снижению термоустойчивости приводит также и избыточное содержание сывороточных белков в молоке. Поэтому не допускается использовать для консервирования молоко, полученное от животных в первые 7 дней после отела и после запуска.

В сборном молоке доля жира на единицу СОМО ($Ж_м/СОМО_м$) колеблется от 0,39 до 0,69 и зависит от периода лактации и рационов кормления. Значение показателя отношения $Ж_м/СОМО_м$ велико. С помощью этого показателя оценивают натуральность, качество молока и на его основе составляют нормализованные смеси для того или иного продукта. От величины отношения Ж/СОМО в цельном молоке зависит формирование органолептических показателей молока и продукта, получаемого из него. Молоко исходное и продукт вкуснее, если отношение Ж/СОМО приближается к значениям 0,40–0,42. Отношения между другими составными частями сухого молочного остатка цельного молока также характеризуют пригодность его для консервирования. Молоко с более низ-

ким отношением жира к белку и жира к СОМО считают более пригодным для консервирования.

На стабильность и стойкость жировой фазы сгущенных и сухих молочных консервов влияет размер жировых шариков в цельном молоке: более пригодно молоко с мелкими и одинаковыми по размерам жировыми шариками. При длительном хранении сгущенного продукта из такого молока уменьшается скорость визуально наблюдаемого отстаивания белково-жирового слоя, а в сухих продуктах ограничивается окислительная порча жира. На перечисленные изменения продуктов может оказать влияние также и наличие в сборном молоке от 1,1 до 2,5 г дестабилизированного жира на каждые 100 г его общей массы.

Вязкость сгущенных и растворимость сухих молочных консервов зависят от размеров частиц ККФК исходного молока. Для консервирования наиболее пригодно молоко с меньшими размерами частиц ККФК. При нормировании сухого молочного остатка расход сырья на единицу продукта будет тем меньше, чем больше массовая доля сухого молочного остатка в молоке.

К показателям, которые являются обязательными для контроля качества, пригодности молока для консервирования, относятся следующие: массовые доли сухого молочного остатка, СОМО и жира, титруемая кислотность, группа чистоты, класс микробиологической загрязненности, группа термоустойчивости по алкогольной пробе (сгущенные стерилизованные молочные консервы), отношение Ж/СОМО. Основными показателями контроля качества компонентов, используемых для регулирования состава молока, являются массовые доли сухого молочного остатка, СОМО, жира и кислотность.

Для регулирования отношения Ж/СОМО в цельном молоке используют обезжиренное молоко, пахту, сливки. Титруемая кислотность обезжиренного молока, пахты должна быть не более 20 °Т, а кислотность плазмы сливок – в норме требований в соответствии с массовой долей жира в них.

Учет массы молочного сырья. Закупку, доставку, учет массы молока выполняют так же, как и в других отраслях молочной промышленности. Принятое после оценки качества молоко формируют партиями, массы которых зависят от способа регулирования отношения Ж/СОМО в нем, способа и техники выпаривания. При периодическом способе производства партии молока формируют в соответствии с варкой, при непрерывно-поточном – партия молока может быть любой по массе, но точно известной в зависимости от вместимости емкостей хранения. Результаты учета масс формируемых партий молока записывают в паспортах на варку и на партию нормализуемого молока.

Массу обезжиренного молока, пахты, сливок, используемых для регулирования состава цельного молока, учитывают с помощью тех же средств, что приняты в молочной промышленности.

Очистка молока. Принятое по качеству и учтенное по массе молоко подвергается очистке. При производстве молочных консервов более эффективной по выделению механических примесей и микроорганизмов и обязательной является очистка с помощью сепараторов-молокоочистителей без предварительного подогревания молока. При частоте вращения барабана сепаратора-молокоочистителя 133 $с^{-1}$ вместе с примесями из молока выделяется от 20 до 50% микроорганизмов. Наименьшее количество микроорганизмов в очищенном молоке остается в том случае, когда очистка проводится при температуре 5–10 °С. Требованиям технологии полнее отвечает очистка принятого молока на саморазгружающихся сепараторах-молокоочистителях.

Более эффективное выделение микроорганизмов из молока достигается в сепараторах-бактериоотделителях (частота вращения барабана 250–300 $с^{-1}$). Кроме того, в них вместе с механическими примесями и микроорганизмами выделяются денатурированные предварительным нагреванием сывороточные белки, что способствует повышению термоустойчивости молока. Однако при этом способе очистки потери сухих веществ молока составляют 0,18% и велики энергозатраты.

При необходимости гомогенизации цельного молока применяют сепараторы-диспергаторы, обеспечивающие диспергирование жировых шариков вместе с выделением из молока примесей и микроорганизмов. С их помощью решается возможность перехода на технологию с меньшим числом операций, и с меньшими, чем в клапанных гомогенизаторах, затратами энергии.

Охлаждение молока. Молоко, направляемое на резервирование, охлаждают. Температуры ниже 10 °С угнетающе действуют на микрофлору молока. В сыром молоке преобладают микроорганизмы, образующие молочную кислоту, поэтому, если молоко хранят не более 12 ч, его охлаждают до 4–8 °С. За время хркнения титруемая кислотность молока не увеличивается, не происходит и других физико-химических изменений. Такой режим отвечает требованиям консервирования молока.

Если срок резервирования молока увеличивается до 2–3 сут, то молоко необходимо предварительно подвергнуть тепловой обработке при температуре 60–63 °С в течение 15 с, затем очистить на сепараторах-молокоочистителях при 30–40 °С и охладить до 4–8 °С. После такой обработки исходные показатели качества молока существенно не изменяются при хранении до 2–3 суток. Чем раньше обработано молоко, тем

эффективность хранения выше. Желательно осуществлять тепловую обработку молока уже на фермах.

При длительном хранении охлажденного молока без предварительной тепловой обработки жизнедеятельность молочнокислой микрофлоры подавляется, титруемая кислотность заметно не увеличивается, однако интенсивно развиваются психротрофные микроорганизмы (псевдомонады), которые продуцируют липолитические и протеолитические ферменты. В результате липолиза и протеолиза молоко становится непригодным для консервирования.

Резервирование молока. Операция необходима не только в связи с организацией производства продуктов, но и в целях регулирования состава молока. В процессе резервирования молоко периодически перемешивают и проверяют его температуру и кислотность. Перемешивание необходимо для восстановления исходной структуры, поскольку молоко обладает тиксотропностью. Показатели состава консервированных продуктов нормируются стандартами. При большом многообразии продуктов необходимо их систематизировать по признаку нормируемых показателей состава. Такая систематизация приведена в табл. 11.3. При производстве молочных консервов исходное сырье концентрируют сгущением или сгущением и сушкой. Сущность концентрирования заключается в удалении из сырья (смесей) только воды, без разделения его сухого вещества на составные части. Соответственно этому соотношения между массовыми долями любых двух составных частей сухого вещества остаются одинаковыми как в исходном сырье (смеси), так и в готовом продукте.

Удаление воды из исходного сырья сопровождается концентрированием как всего сухого вещества (А), так и любой составной части его (Б) в одно и то же число раз, т. е. $А_{пр}/А_{исх} = Б_{пр}/ Б_{исх}$ В то же число раз уменьшается масса исходного сырья или смеси ($m_{см}$) по сравнению с массой продукта ($m_{пр}$), т. е. $m_{см}/m_{пр} = А_{пр}/А_{исх}$ или $m_{см}/m_{пр} = Б_{пр}/ Б_{исх}$.

При концентрировании обеспечивается материальное равновесие, заключающееся в том, что сухое вещество и любая составная часть его в исходном сырье переходят в готовый продукт с учетом нормируемых производственных потерь ($К_{потерь}$), т. е.

$m_{см} А_{исх} К_{потерь\ А} = m_{пр} А_{пр}$ или $m_{см} Б_{исх} К_{потерь\ Б} = m_{пр} Б_{пр}$.

Нормализация состава молока. Для отдельных продуктов допускаются колебания показателей $Ж_{пр}$ и $СОМО_{пр}$, а также предусмотрены оптимальные нормативные параметры, требуемые при производстве тех или иных продуктов. Согласно нормативным значениям показателей $Ж_{пр}$ и $СОМО_{пр}$ для вырабатываемых молочных консервов соотношение

11.3. Систематизация продуктов по нормируемым показателям

Нормируемые показатели сухого вещества	Продукты
$СМО_{пр}$	Сгущенные и сухие концентраты обезжиренного молока, пахты, сыворотки
$СМО_{пр}$, $Ж_{пр}$, $СОМО_{пр}$	Сгущенные стерилизованные молочные консервы, сухие молочные консервы (без добавок)
$С_{пр}$, $СМО_{пр}$, $Ж_{пр}$, $СОМО_{пр}$, $САХ_{пр}$	Сгущенные и сухие молочные консервы с сахаром, сгущенная пахта с сахаром
$С_{пр}$, $СМО_{пр}$, $Ж_{пр}$, $СОМО_{пр}$, $САХ_{пр}$, $НАП_{пр}$	Сгущенные и сухие молочные консервы с сахаром и различными наполнителями, сухие детские и диетические молочные продукты, сухие ЗЦМ
$СМО_{пр}$, $САХ_{пр}$	Сгущенное нежирное молоко с сахаром, молоко нежирное сгущенное с сахаром «Славянское», концентрированная сыворотка с сахаром
$С_{пр}$, $СОМО_{пр}$, $Б_{пр}$, $ЛАК_{пр}$, $СОЛИ_{пр}$	Сгущенные и сухие концентраты всех белков, сгущенные и сухие концентраты сывороточных белков, сгущенные и сухие концентраты лактозы, сгущенные и сухие концентраты минеральных солей

$Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ в зависимости от конкретного вида продукта колеблется в пределах 0,159–3,3. Исходя из сущности концентрирования ($А_{исх}/Б_{исх} = А_{пр}/Б_{пр}$), для получения в каждом продукте заданного соотношения $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ необходимо обеспечить его в исходном сырье, так как $Ж_{исх}/СОМО_{исх} = Ж_{пр}/СОМО_{пр}$.

Как было сказано выше, в сборном консервируемом молоке значение соотношения $Ж_м/СОМО_м$ колеблется в пределах 0,39–0,69. Сравнение приведенных значений $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ ($О_{пр}$) и $Ж_м/СОМО_м$ ($О_м$) показывает, что только для некоторых продуктов эти соотношения будут одинаковыми. Для преобладающего же большинства продуктов $О_{пр}$ будет или меньше, или больше $О_м$. Следовательно, необходимо составить такую нормализованную смесь, в которой $Ж_{см}/СОМО_{см} = Ж_{пр}/СОМО_{пр}$. Исходя из этого, сущность составления нормализованных смесей заключается в изменении фактического соотношения $Ж_м/СОМО_м$ в цельном молоке до заданного в продукте $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$.

Нормируемые для отдельных продуктов относительные потери жира и сухого молочного остатка не всегда одинаковы, поэтому при выполнении расчетов по нормализации значение соотношения $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ необходимо корректировать с помощью коэффициента К, рассчитываемого по формуле:

$$К = 1/\{(1 + О_{пр})\,[(1–0{,}01П_{ж})/(1–0{,}01П_{смо})] –О_{пр}\},$$

где $П_{ж}$ *– нормируемые потери жира, %;* $П_{смо}$ *– нормируемые потери сухого молочного остатка, %.*

Скорректированный с помощью коэффициента К показатель $О_{пр}$ принято обозначать через $О_р$, т. е. $О_{пр}К = О_р$. Поскольку $О_{см} = О_{пр}$ после корректировки показателя $О_{пр}$, расчеты нормализованных смесей выполняют на основе $О_{см} = О_р$. В соответствии с этим условием при составлении нормализованных смесей величина $О_м$ конкретной партии нормализуемого цельного молока изменяется до заданной для расчетов величины $О_р$ путем составления смеси согласно условию $О_{см} = О_р$.

При большом многообразии значений нормируемых показателей $Ж_{пр}$ и $СОМО_{пр}$, а следовательно, и $О_р$, а также колебаниях величины $О_м$ в сборном молоке возможно, что $О_м > О_р$; $О_м < О_р$; $О_м = О_р$. Для обеспечения общего условия $О_{см} = О_р$ в первом случае необходимо $О_м$ уменьшить, во втором – увеличить и в третьем – оставить неизменным.

Чтобы изменить величину $О_м$ до заданной величины $О_р$ в требуемом направлении, в промышленности используют два способа составления нормализованных смесей: первый способ – смешивание молока цельного (большими партиями или в потоке) с соответствующим молочным компонентом согласно условию $О_{см} = О_р$; второй способ – смешивание обезжиренного молока и сливок, получаемых при сепарировании конкретной партии цельного молока, в требуемых для обеспечения условия $О_{см} = О_р$ соотношениях.

Сущность первого, наиболее распространенного, способа заключается в следующем. Если нужно уменьшить величину $О_м$ ($О_м > О_р$), цельное молоко смешивают с таким молочным компонентом, собственное соотношение Ж/СОМО в котором всегда *меньше*, чем $О_м$. Этому требованию отвечают обезжиренное молоко, в котором соотношение $Ж_{об}/СОМО_{об}$ близко к 0,005, или пахта с соотношением $Ж_п/СОМО_п$, близким к 0,04. Тогда массу нормализованной смеси рассчитывают и составляют как:

$$m_{см} = m_м + m_{об(п)};$$

$$m_{об(п)} = [(Ж_м – СОМО_м О_р) / (СОМО_{об(п)} О_р – Ж_{об(п)})]\, m_м.$$

Если нужно увеличить величину $О_м$ ($О_м < О_р$), тогда при составлении нормализованной смеси цельное молоко смешивают с таким молочным компонентом, собственное соотношение Ж/СОМО в котором всегда больше, чем $О_м$. Этому требованию отвечают сливки. Тогда массу нормализованной смеси рассчитывают и составляют как:

$$m_{см} = m_м + m_{сл};$$

$$m_{сл} = [(СОМО_м О_р - Ж_м)/(Ж_{сл} - СОМО_{сл} О_р)]\, m_м. \quad (1)$$

Сущность второго способа составления нормализованных смесей заключается в том, что после сравнения фактического значения $О_м$ в цельном молоке с заданной величиной $О_р$ рассчитывают необходимую часть одного из продуктов сепарирования и смешивают его с соответствующей частью второго. Если $О_м > О_р$, то после сепарирования молока смешивают все получаемое обезжиренное молоко ($m_{об}$) с частью сливок ($m'_{сл}$). Тогда нормализованную смесь рассчитывают и составляют следующим образом:

$$m_{см} = m_{об} + m'_{сл};$$

$$m'_{сл} = [(СОМО_{об} О_р - Ж_{об}) / (Ж_{сл} - СОМО_{сл} О_р)]\, m_{об}.$$

При условии $О_м < О_р$ смешивают уже все полученные сливки ($m_{сл}$) с определенной частью обезжиренного молока ($m'_{об}$). Нормализованную смесь рассчитывают и составляют как:

$$m_{см} = m_{сл} + m'_{об};$$

$$m'_{об} = [(Ж_{сл} - СОМО_{сл} О_р) / (СОМО_{об} О_р - Ж_{об})]\, m_{сл}.$$

При $О_м > О_р$ в избытке остаются сливки ($m''_{сл} = m_{сл} - m'_{сл}$), а при $О_м < О_р$ – обезжиренное молоко ($m''_{об} = m_{об} - m'_{об}$).

При составлении нормализованных смесей ($m_{см} = m_м + m_{об(п)}$; $m_{см} = m_м + m_{сл}$; $m_{см} = m_{об} + m'_{сл}$; $m_{см} = m_{сл} + m'_{об}$) расчет их компонентов на заданные массы молока цельного (первый способ) или на заданные массы молока цельного, направляемого на сепарирование (второй способ), осуществляется на основе общего условия:

$$О_{см} = О_р \text{ или } Ж_{см}/СОМО_{см} = О_р.$$

Составление нормализованных смесей зависит от способа выпаривания. При периодическом выпаривании смешивание молока цельного с соответствующим компонентом производится или в емкостях до подачи нормализованной смеси на тепловую обработку, или в процессе тепловой обработки и выпаривания. При непрерывно-поточном выпаривании нормализованная смесь обрабатывается в потоке, поэтому ее составляют до тепловой обработки и выпаривания.

Расчеты требуемой массы наполнителей и добавок. Эти расчеты выполняют в соответствии с сущностью концентрирования ($А_{см}/Б_{см} = А_{пр}/Б_{пр}$). На этой основе выведены все формулы, которыми пользуются в промышленности. Для продуктов с сахаром в формулах расчета массы сахара за $А_{см}$ и $А_{пр}$ приняты показатели сахарозы в смеси и продукте

($САХ_{см}$, $САХ_{пр}$), а вместо $Б_{см}$ и $Б_{пр}$ – другие нормируемые показатели сухого вещества. При возможности выбора для продуктов, в которых нормируется показатель $Ж_{пр}$, вместо $Б_{см}$ и $Б_{пр}$ приняты показатели $Ж_{см}$ и $Ж_{пр}$. Значения этих показателей определяют аналитически, потери жира нормируют, следовательно, результаты расчетов масс сахара по формуле, полученной на основе $САХ_{см}/Ж_{см} = САХ_{пр}/Ж_{пр}$, более достоверны. Исходя из этого, согласно условию $САХ_{см}/Ж_{см} = САХ_{пр}/Ж_{пр}$, с учетом нормируемых потерь сахара ($К_{потерь\ сах} > 1$) на нормализованную смесь $m_{см}$, масса сахара $m_{сах}$ рассчитывается по формуле

$$m_{сах} = [(m_{см}Ж_{см}САХ_{пр}) / (100Ж_{пр})]\ К_{потерь\ сах}. \qquad (2)$$

Для продуктов с сахаром, в которых показатель $Ж_{пр}$ не нормируется, а нормируется $СМО_{пр}$ или $С_{пр}$, расчет массы сахара производят по формулам, составленным аналогично формуле (2), а именно:

$$САХ_{см}/СМО_{см} = САХ_{пр}/СМО_{пр},\ САХ_{см}/С_{см} = САХ_{пр}/С_{пр}.$$

Массу любых наполнителей, добавок, заменителей рассчитывают по формулам, получаемым на основе формулы концентрирования ($А_{см}/Б_{см}=А_{пр}/Б_{пр}$). В соответствии с нормируемыми показателями состава продуктов в расчетных формулах выбраны следующие частные соотношения между показателями состава:

$$НАП_{см}/Ж_{см} = НАП_{пр}/Ж_{пр};$$
$$НАП_{см}/СМО_{см} = НАП_{пр}/СМО_{пр};$$
$$НАП_{см}/С_{см} = НАП_{пр}/С_{пр}.$$

Для продуктов, в которых нормируется $Ж_{пр}$, формула для расчета массы наполнителя или добавки $m_{нап}$, расходуемых на нормализацию молока ($m_{см}$) с учетом степени использования сухих веществ наполнителя ($К_{потерь\ нап} > 1$), исходя из $НАП_{см}/Ж_{см} = НАП_{пр}/Ж_{пр}$, имеет следующий вид:

$$m_{нап} = [(m_{см}Ж_{см}НАП_{пр})/(100Ж_{пр})]\ К_{потерь\ нап}. \qquad (3)$$

При нормировании $СМО_{пр}$ или $С_{пр}$ расчет массы наполнителей или добавок осуществляется аналогично по формулам, составленным из соотношений:

$$НАП_{см}/СМО_{см} = НАП_{пр}/СМО_{пр};\ НАП_{см}/С_{см} = НАП_{пр}/С_{пр}.$$

Для каждого продукта условия для расчетов нормализованных смесей, расчетов сахара, наполнителей или добавок по применяемым формулам многократно повторяются, и заранее известно, в каких пределах изменяются их значения. Поэтому на определенную массу цельного молока или другого молочного сырья расчеты достаточно выполнить один раз и результаты занести в ту или иную форму памяти (таблицы, ЭВМ). При каждом повторении условий для расчетов их результаты на опреде-

ленную массу исходного молочного сырья находят по таблице или они выдаются ЭВМ. Если фактическая масса исходного молочного сырья иная, чем принята в расчетах (таблица, ЭВМ), то выполняют соответствующий пересчет. При таком упрощении техники расчетов нормализованных смесей, сахара, наполнителей или добавок основным условием является достоверность значений показателей $m_м$, $m_{об(п)}$, $m_{сл}$, $m_{см}$, $Ж_м$, $СОМО_м$, $Ж_{сл}$, $СОМО_{сл}$, $Ж_{об(п)}$, $СОМО_{об(п)}$, $Ж_{см}$, $СОМО_{см}$.

Оценка результатов производства. Результаты производства молочных консервов оценивают, сравнивая фактический расход различных видов сырья на единицу продукта с нормируемым в промышленности для каждого вида продукта. За единицу продукта приняты: туб (тысяча условных банок, одна условная банка – 0,4 кг) – для сгущенных молочных консервов, тонна – для сухих молочных консервов, сухих и сгущенных концентратов обезжиренного молока, пахты, сыворотки, ЗЦМ. Предварительно рассчитывают ожидаемые расход нормализованной смеси и выход продукта по формулам, полученным на основе сущности концентрирования, описываемой как $А_{пр}/А_{см} = m_{см}/m_{пр}$. В общем виде на основе $m_{см}$ $А_{см}$ $К_{потерь\ А}$ = $m_{пр}$ $А_{пр}$ будут справедливы формулы ($К_{потерь\ Ж} > 1$):

$$m_{пр} = m_{см}А_{см}К_{потерь\ А}/А_{пр};$$
$$m_{см} = m_{пр}А_{пр}/А_{см}К_{потерь\ А}.$$

Если в эти формулы, вместо А подставить любую нормируемую составную часть сухого вещества, то они приобретают частные значения. Исходя из этого, в промышленности при нормировании в продуктах $Ж_{пр}$ для расчетов $m_{пр}$ и $m_{см}$ применяют следующие формулы:

$$m_{пр} = m_{см}Ж_{см}К_{потерь\ Ж} / Ж_{пр};$$
$$m_{см} = m_{пр}Ж_{пр} / Ж_{см}К_{потерь\ Ж}.$$

Для продуктов, в которых не нормируется $Ж_{пр}$, а нормируется только $СОМО_{пр}$ или $С_{пр}$, применяют формулы, составленные аналогично формуле (2), в которых вместо А подставлены значения СМО или С.

Удельный расход нормализованной смеси рассчитывают в зависимости от вида продукта. При нормировании в продукте показателя $Ж_{пр}$ удельный расход нормализованной смеси $Р_{см}$ соответственно в кг/туб и кг/т определяют по формулам:

$$Р_{см} = 400Ж_{пр}/Ж_{см}К_{потерь\ Ж} \quad (4)$$
$$Р_{см} = 1000Ж_{пр}/ Ж_{см}К_{потерь\ Ж} \quad (5)$$

Если в продуктах не нормируется $Ж_{пр}$, а нормируются $СОМО_{пр}$, $С_{пр}$, то применяют формулы, составленные аналогично формулам (4) и (5).

Технологическими инструкциями предусматривается производство продуктов с варьируемыми показателями состава, допускаемыми стандартом. Такой допуск является одним из резервов повышения эф-

фективности производства продуктов и улучшения их качества. На предприятиях практическая реализация этого резерва обеспечивается выпуском продуктов с максимально допустимой по стандарту массовой долей влаги, а также изменением значений массовых долей одних составных частей сухого вещества за счет других с помощью более дешевых видов сырья. Окончательная оценка уровня эффективности производства дается по показателю удельных затрат на сырье по сравнению с затратами на продукт нормативного (планового) состава.

Тепловая обработка нормализованных смесей. Назначение тепловой обработки состоит в уничтожении микроорганизмов и инактивации ферментов при возможно полном сохранении исходных свойств и биологической ценности молочного сырья.

Эффективность оценивается по остаточной микрофлоре и ее качественному составу. Требованиям консервирования отвечают показатели общей эффективности в пределах 99,997 – 99,999% (остаточная микрофлора не превышает сотни или десятки клеток в 1 мл нормализованной смеси). В остаточной микрофлоре не допускается присутствие липолитических, протеолитических бактерий. Эти бактерии погибают, а липаза инактивируется при температуре не менее 90 °С без выдержки. Исходя из этого, применяют следующие режимы тепловой обработки нормализованных смесей перед сгущением: 90–95 °С без выдержки; 105–109 °С без выдержки; в две ступени – 85–87 °С и 120–130 °С без выдержки. Наиболее эффективна тепловая обработка при температуре более 100 °С. Пароконтактный нагрев способствует увеличению дисперсности жира. Режим тепловой обработки перед сгущением устанавливают в зависимости от вида продукта, техники, способов тепловой обработки и сгущения, состава молока.

Согласно теории пастеризации Г. А. Кука, требуемая эффективность тепловой обработки нормализованных смесей обеспечивается при соблюдении взаимосвязи между температурой t и продолжительностью ее воздействия $\tau_д$, описываемой как

$$\ln \tau_д = 36{,}84 - 0{,}48t, \qquad (6)$$

где $\tau_д$ – достаточная продолжительность теплового воздействия при температуре t, с; t – температура тепловой обработки, °С.

На основе формулы (6) устанавливается продолжительность теплового воздействия при той или иной температуре, обеспечивающая его требуемую эффективность. При температуре 90 °С величина $\tau_д$ будет близкой к одной секунде и режим – «без выдержки». Увеличение продолжительности выдержки против рассчитанной не повышает эффективности теплового воздействия и отрицательно влияет на составные

части молока и его свойства. Наблюдается увеличение степени диссоциации частиц ККФК, казеиновая глобула развертывается, к свободным карбоксильным группам присоединяется Ca^{2+}, изменяется заряд частиц, снижается термоустойчивость, сывороточные белки денатурируют. Лактоза вступает в реакцию с белками, образуя меланоидины; молочные смеси темнеют, разрушаются лизин и триптофан. Нерастворимые трехзамещенные соли кальция частично выпадают в осадок, заметно разрушаются витамины, коагуляционные связи становятся прочнее, увеличивается вязкость.

При выпаривании в однокорпусных циркуляционных вакуум-выпарных установках выдержка нормализованных смесей при выбранной температуре тепловой обработки является вынужденной, неизбежной. Чтобы ослабить отрицательное влияние такой выдержки, нормализованные смеси после тепловой обработки охлаждаются в потоке до 75–80 °С и при этой температуре накапливаются в промежуточной емкости в количестве, необходимом для начального заполнения рабочей вместимости вакуум-выпарной установки. Такая модификация технологии усложняет процесс, но, с другой стороны, обеспечивается снижение отрицательного воздействия температур тепловой обработки перед сгущением на свойства и отдельные составные части нормализованных смесей.

Завершенность тепловой обработки оценивается критерием Пастера, который должен быть равен единице.

Сгущение нормализованных смесей. Этот процесс заключается в частичном удалении свободной воды при условии сохранения системы в текучем состоянии при заданной температуре. Способы удаления воды могут быть различными: в замороженном виде (криоконцентрирование), жидком (молекулярная фильтрация) и в виде пара (выпаривание).

Удаление воды в замороженном виде производится выделением части свободной воды в виде кристаллов льда. При замораживании части свободной воды массовая доля сухих веществ увеличивается до 30–40%. Составные части молока при замораживании изменяются несущественно.

Без фазовых превращений вода удаляется из молочного сырья с помощью молекулярной фильтрации на основе обратного осмоса через мембраны из ацетатцеллюлозы или других материалов с диаметром пор 1–3 нм под давлением не более 5 МПа. Используя обратный осмос, можно сгущать цельное молоко до 18%, обезжиренное молоко и сыворотку – до 30–35% сухих веществ. При такой обработке достаточно полно сохраняются исходные свойства сгущаемого сырья, невелики затраты электроэнергии. Обратноосмотические установки занимают небольшие производственные площади и могут работать непрерывно до 20 ч при

температуре процесса от 4 до 80 °С. Стоимость сгущения единицы объема в этом случае в 2–2,5 раза меньше, чем при выпаривании.

В основе сгущения исходных смесей выпариванием лежит парообразование. При атмосферном давлении молоко кипит при 100,5 °С. При такой температуре происходят необратимые изменения составных частей молока. Парообразование в результате кипения при 50 °С не сопровождается необратимыми изменениями молока. Устойчивы к такому нагреванию даже такие свойства, как вязкость, электропроводность, поверхностное натяжение. Необратимые изменения отмечаются лишь при нагревании до 70 °С и выше. Таким образом, для молока оптимальными для парообразования кипением являются температуры от 50 до 70 °С. Такие температуры парообразования могут быть обеспечены при кипении в разреженном пространстве (с расходом внешнего тепла), когда парциальное давление паров кипящей жидкости будет превышать действующее на него общее давление.

Вакуум-выпарные установки, применяемые для удаления воды из молока, систематизируют следующим образом: 1-я группа – одно- и многокорпусные пленочные или пластинчатые с поточным поступлением в них сырья и поточным выпуском сгущенного продукта; 2-я группа – одно- и многокорпусные циркуляционные (объемные) установки с многократной циркуляцией, поточным поступлением сырья и периодическим (однокорпусные) или поточным и периодическим выпуском сгущенного продукта (многокорпусные). Установлена оптимальная продолжительность суточного цикла работы вакуум-выпарных установок (от мойки до мойки), составляющая 18–20 ч. В молочной промышленности применяют как пленочные, так и циркуляционные вакуум-выпарные установки.

Исключение необратимых изменений составных частей молока при сгущении выпариванием обеспечивается соответствующим подбором температурного режима, продолжительности теплового воздействия и кратности концентрирования. В зависимости от числа ступеней (корпусов) температуры выпаривания колеблются от 83 до 45 °С. Выпаривание в многокорпусных вакуум-выпарных установках по расходу острого пара является более экономичным. По технологическим показателям также отдается предпочтение многокорпусному выпариванию. По мере перехода сгущаемого продукта из одного корпуса в другой массовая доля сухих веществ в нем увеличивается, а температура выпаривания уменьшается. Этим обеспечивается наиболее полное сохранение исходных свойств молока.

При выпаривании в пленочной трехкорпусной вакуум-выпарной установке оптимальная взаимосвязь между массовой долей сухих веществ и температурой выпаривания определена следующим образом:

Массовая доля сухих веществ,%	18–25	25–35	35–50
Температура выпаривания, °С	75–70	65–60	55–45

Циркуляционные вакуум-выпарные установки заполняются выпариваемым сырьем до рабочей вместимости, равной примерно 0,6 объема. В пленочных вакуум-выпарных установках выпариваемое сырье нагревается при нисходящем или восходящем движении его по поверхности нагрева пленкой толщиной 2–10 мм.

Продолжительность теплового воздействия при выпаривании зависит от вида вакуум-выпарной установки. В однокорпусной циркуляционной она колеблется от 1 ч (при сгущении партии молока на одну варку от 11,8 до 25,5% сухих веществ в производстве сгущенного стерилизованного молока) до 10 ч (при сгущении партии сыворотки на одну варку от 6 до 60% сухих веществ в производстве сгущенной сыворотки). При смешанном выпаривании (поточном на протяжении производственного цикла с периодическим выпуском сгущенного продукта) в двухкорпусной циркуляционной установке тепловое воздействие на сгущаемый продукт, заполняющий рабочую вместимость, продолжается на протяжении всего производственного цикла (до 20 ч).

Продолжительность теплового воздействия на сгущаемый продукт в пленочных вакуум-выпарных установках колеблется от 3 до 15 мин и зависит от числа ступеней выпаривания и заданной конечной массовой доли сухих веществ. При существенной разнице продолжительности теплового воздействия в процессе выпаривания наименьшие физико-химические изменения концентрируемого продукта происходят при сгущении в пленочных вакуум-выпарных установках.

Кратность сгущения (n) в соответствии с сущностью концентрирования показывает, во сколько раз увеличивается массовая доля всего сухого вещества и любой составной его части и соответственно уменьшается масса исходного сырья (смеси). В общем виде это описывается как

$$n = С_{пр}/С_{см} = СМО_{пр}/СМО_{см} = Ж_{пр}/Ж_{см} = СОМО_{пр}/СОМО_{см} = m_{см}/m_{пр}.$$

На основе приведенного описания рассчитывают массовые доли составных частей сухого вещества сгущенного или сухого продукта как:

$$С_{пр} = nС_{см};\ СМО_{пр} = nСМО_{см};\ Ж_{пр} = nЖ_{см};\ СОМО_{пр} = nСОМО_{см}.$$

Аналогично рассчитывают массовые доли лактозы, ККФК и др.

Наряду с этим для сгущенных продуктов необходимы показатели массовых долей того или иного компонента сухого вещества в водной их части. В общем виде массовую долю в водной части любого компонента сухого вещества $А_{в\ воде}$, $ЛАК_{в\ воде}$, $ККФК_{в\ воде}$ рассчитывают так:

$$А_{в\ воде} = А \cdot 100 / (А + ВОДА);$$
$$ЛАК_{в\ воде} = ЛАК \cdot 100 / (ЛАК + ВОДА);$$
$$ККФК_{в\ воде} = ККФК \cdot 100 / (ККФК + ВОДА),$$

где ЛАК – *массовая доля лактозы в молоке, сгущаемом продукте, %;* ВОДА – *массовая доля воды в молоке, сгущаемом продукте, %;* ККФК – *массовая доля казеинаткальцийфосфатного комплекса в молоке, сгущаемом продукте, %.*

Содержание лактозы и ККФК в водной части сырья и сгущенного продукта показано в табл. 11.4.

Аналогично рассчитывают массовые доли в водной части молока или продукта любых других составных частей сухого остатка. Показатели массовых долей в водной части отдельных составных частей сгущаемого продукта необходимы для выяснения возможных изменений их физико-химических показателей при той или иной кратности сгущения.

Основным требованием к сгущенным продуктам является сохранение их в текучем состоянии при заданной температуре. Поэтому для любого способа сгущения устанавливают показатели массовых долей составных частей сухого вещества продукта, при которых он не утрачивает текучести, хотя физико-химические свойства его в той или иной степени изменяются. В зависимости от кратности выпаривания изменения свойств молока протекают в следующем направлении.

Если при выпаривании $n < 2$, то вкус, запах, цвет молока существенно не изменятся. При $n > 2$ сгущенное молоко приобретает солено-

11.4. Изменение массовой доли компонентов молока в зависимости от кратности сгущения (n)

Составная часть молока	Кратность, *n*	Массовая доля, %	
		в сгущенном молоке	в водной части сгущенного молока
Лактоза	1	4,6	6,0
	4	**18,4**	**26,1**
	5	23,0	37,7
ККФК	1	3,1	3,4
	4	12,4	19,7
	5	15,5	29,0
СМО	1	12,4	12,4
	4	49,6	49,6
	5	62,0	62,0
Вода	1	87,6	–
	4	50,4	–
	5	38,0	–

Примечание: $n = 1$ – цельное молоко; $n = 4{,}5$ – цельное сгущенное молоко.

сладкий вкус и слабо-кремовую окраску. Эти изменения обратимы и на изменение текучести сгущаемого молока не влияют.

Вне зависимости от кратности при сгущении выпариванием жировая фаза молока остается в состоянии эмульсии. Жировые шарики по мере концентрирования сближаются, но не соединяются. Необратимых физико-химических изменений жировой фазы не происходит. Вязкость изменяется пропорционально кратности сгущения.

При значениях *n*, соответствующих перенасыщению растворов солей молока, возможно выпадение их в осадок (кристаллизация). Вязкость изменяется пропорционально кратности концентрирования.

Сгущение выпариванием сопровождается увеличением массовой доли лактозы в водной части продукта. В зависимости от растворимости при некоторых значениях *n* и температуры выпаривания возможны перенасыщение и кристаллизация лактозы в сгущенном молоке даже в вакуум-выпарной установке. При $n = 4$ массовая доля лактозы в водной части сгущаемого молока составляет 26,7%. Такое насыщение раствора не приводит к кристаллизации лактозы в процессе выпаривания (растворимость лактозы при 60 °С составляет 32%), но при охлаждении продукта до 20 °С и ниже по условиям насыщения (растворимость лактозы при 20 °С около 14%) неизбежна частичная кристаллизация лактозы. Аномального падения текучести, обусловленного перенасыщением лактозы, при этом не происходит.

Основное влияние на изменение вязкости в зависимости от *n* оказывают ККФК и сывороточные белки. По мере увеличения *n* массовая доля ККФК в водной части сгущаемого молока увеличивается. Растворы ККФК при массовой доле в водной части более 18–20% утрачивают текучесть. Только при массовой доле ККФК в водной части менее 18–20% вязкость сгущаемого продукта изменяется пропорционально увеличению *n*. При массовой же доле ККФК в водной части более 18–20%, что соответствует общей массовой доле сухих веществ около 50%, происходит скачкообразное увеличение вязкости, вплоть до полной утраты текучести (рис. 11.1). Сущность процесса заключается в образовании новой структуры, обладающей новыми свойствами. Расстояния между частицами ККФК уменьшаются, концентрация дисперсной фазы увеличивается, уменьшается pH. Гидратная оболочка частиц становится тоньше, усиливается взаимодействие между ними, увеличивается средневзвешенная масса частиц ККФК. При критической массовой доле ККФК в водной части (более 20%) частицы ККФК соединяются, образуется новая структура. В структурообразовании ККФК принимают участие и сывороточные белки, которые становятся материалом для так называемых «мостов», прочно соединяющих частицы ККФК

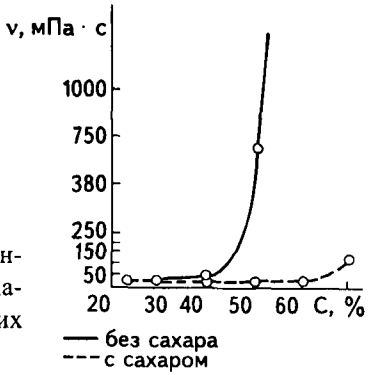


Рис. 11.1. Изменение вязкости (ν) сгущенной молочной смеси с сахаром и без сахара в зависимости от массовой доли сухих веществ (С)

между собой. При $n = 4$ СМО сгущенного молока составляет 49,6%, массовая доля ККФК в водной части его равна 19,7%, – следует ожидать заметного повышения вязкости сгущаемого молока при температуре выпаривания. При $n = 5$ СМО сгущенного молока составляет 62%, а показатель массовой доли ККФК в водной части 29% т. е. возможна полная утрата текучести даже при температуре выпаривания.

При сгущении выпариванием изменение структурно-механических свойств сгущаемых смесей зависит главным образом от величины массовой доли ККФК в их водной части. Изменения других составных частей сухого молочного остатка (жир, лактоза, соли) на скачкообразное повышение вязкости не влияют. Способность сгущенного молока с сахаром вытекать из вакуум-выпарной установки при температуре выпаривания и общей массовой доли сухих веществ около 70–71% объясняется тем, что массовая доля ККФК в его водной части около 20%.

Наряду с массовой долей ККФК в водной части сгущаемого продукта на структурообразование в процессе выпаривания оказывают влияние также свободная молочная кислота и техника сгущения. Поэтому массовые доли сухого молочного остатка при подсгущении нормализованных смесей $СМО_{сг.см}$ устанавливают с учетом массовой доли ККФК в их водной части, титруемой кислотности и техники выпаривания. Варианты взаимосвязи значений перечисленных показателей для сухого цельного молока, приведенные в табл. 11.5, являются оптимальными (массовая доля ККФК в водной части сгущенных нормализованных смесей не более 18–20%).

Аналогичные взаимосвязи установлены и для других продуктов консервирования цельного молока, сухих концентратов обезжиренного молока, пахты, ЗЦМ, детских продуктов.

11.5. Массовая доля СМО в сгущенной нормализованной смеси для сухого цельного молока

Вакуум-выпарная установка	Титруемая кислотность нормализованной смеси, °Т	$СМО_{сг.см}$
Циркуляционная	18	48–52
	20	45–48
Пленочная	18	50–55
	20	48–50

Если необходимо сгущать цельное молоко и хранить его в последующем при низких температурах, то оптимальной массовой долей СМО является значение, близкое к 40%.

Получение конечных значений массовых долей сухого молочного остатка в сгущаемых смесях обеспечивается автоматически – при непрерывно-поточном выпаривании, и с периодическим контролем (по плотности) – при выпаривании в циркуляционных вакуум-выпарных установках. Для автоматического контроля применяют приборы, принцип действия которых основан на зависимости между массовой долей сухого молочного остатка и плотностью или массовой долей сухого молочного остатка и электропроводностью (при t = const; $Ж_{см}/СОМО_{см}$ = const).

Молочное сырье, в том числе продукты ультрафильтрации, сгущается на основе обратного осмоса или выпаривания, а также ступенчато: первая ступень – обратный осмос, вторая – выпаривание до конечной массовой доли сухого вещества.

В пленочных вакуум-выпарных установках поступление сырья и выход сгущенного продукта происходят в потоке. В циркуляционных установках, где выпаривание осуществляется из объема сгущаемого сырья, сгущенный продукт выпускают циклами (варками), а для начального заполнения рабочей вместимости неизбежна выдержка исходного сырья после его тепловой обработки в связи с необходимостью накопления. Для ослабления отрицательного влияния вынужденной выдержки исходного сырья при температуре тепловой обработки технологическую линию дополняют аппаратом для охлаждения обрабатываемого сырья до температуры 70–75 °С (после основного режима тепловой обработки).

При производстве продуктов, в которых нормируется $САХ_{пр}$, для начального заполнения рабочей вместимости двухкорпусных циркуляционных вакуум-выпарных установок используют сахарный сироп, поэтому тепловую обработку нормализованных смесей перед выпариванием проводят без вынужденной выдержки и охлаждения до 70–75 °С.

Глава 12. Сгущенные стерилизованные молочные консервы

Характеристика консервов

Основным продуктом является сгущенное стерилизованное молоко в банках следующих видов: сгущенное стерилизованное молоко, концентрированное стерилизованное молоко. По составу эти продукты различаются незначительно. Массовая доля сухого молочного остатка в среднем составляет: в сгущенном стерилизованном молоке 26%, в концентрированном стерилизованном молоке 28%.

При такой массовой доле сухого молочного остатка ККФК в продуктах находится в коллоидном, а лактоза – в растворенном состоянии. Продукты характеризуются сладковато-солоноватым вкусом, свойственным топленому молоку, который обусловлен присутствием сульфгидрильных групп и фурановых соединений, образующихся в результате разложения лактозы при стерилизации, а также наличием карбонильных соединений (уксусного альдегида и гептанона-2). Кремовый оттенок продуктам придают меланоидины, образующиеся при стерилизации. Консистенция продуктов текучая. Вязкость колеблется в пределах 6–20 мПа·с. Жировая фаза достаточно стабильна. Жировые шарики в основном имеют размеры от 0,3 до 1,0 мкм. Массовая доля солей тяжелых металлов – не более 0,02% олова и 0,0005% меди; содержание свинца не допускается.

По микробиологическим показателям продукты должны отвечать требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01. Продукты фасуют в потребительскую тару (банки № 7). В жестяно-баночном цехе банки предварительно испытывают на герметичность швов с помощью воздушного тестера.

Расширение ассортимента сгущенного стерилизованного молока осуществляется на основе частичной замены сухого вещества молока на сухие вещества тех или иных пищевых наполнителей. В качестве наполнителей используют кофе, кофейный напиток, какао и солодовый экстракт.

Сгущенное стерилизованное и концентрированное стерилизованное молоко

К качеству консервируемого молока предъявляют высокие требования, что обусловлено необходимостью наиболее полного сохранения исходных свойств под воздействием на него высоких температур стерилизации. Обработке подвергается только молоко, пригодное для консервирования тепловой стерилизацией.

Молоко должно быть термоустойчивым с титруемой кислотностью не более 19 °Т для сгущенного стерилизованного молока и 18 °Т для

концентрированного стерилизованного молока, с pH в пределах 6,4–6,6 и равновесием между катионами и анионами молока. Ионное равновесие характеризуется соответствующим соотношением между солями кальция и магния, казеиновой, лимонной и фосфорной кислот. При нарушении этого соотношения система становится неустойчивой к тепловому воздействию и казеин молока при стерилизации коагулирует. Отсутствующее в консервируемом цельном молоке ионное равновесие поддается восстановлению, что позволяет придать ему необходимую термоустойчивость. Ионное равновесие в цельном молоке чаще всего сдвигается в сторону избытка ионов кальция.

Для восстановления солевого (ионного) равновесия используют пищевые буферные соли натрия или калия. Из рекомендуемых технологической инструкцией солей-стабилизаторов наиболее эффективно восстанавливают солевое равновесие лимоннокислый трехзамещенный натрий и смесь его с гексаметафосфатом натрия. Доза соли-стабилизатора зависит от термоустойчивости конкретной партии молока, а поэтому колеблется в пределах 0,05–0,4% к массе нормализованной смеси. Термоустойчивость исходного молока косвенно контролируется по алкогольной пробе.

Сущность стабилизации солевого состава молока заключается в том, что анионы фосфорной или лимонной кислот связывают избыточный ионизированный кальций, благодаря чему ККФК при стерилизации остается в коллоидном состоянии. Термоустойчивость молока не утрачивается. Наибольшая термоустойчивость сгущенного продукта обеспечивается при остаточном содержании ионизированного кальция 9–10 мг/100 г.

Выбранную соль-стабилизатор используют в виде водного раствора с массовой долей от 10 до 25%. Соль растворяют в кипяченой воде и перед использованием фильтруют. По технологической инструкции водный раствор соли-стабилизатора можно вносить в нормализованную смесь до ее сгущения, в сгущенную нормализованную смесь или в два приема: в нормализованную смесь до сгущения и в сгущенную гомогенизированную охлажденную нормализованную смесь. Обычно раствор соли вносят в два приема: часть (0,05–0,1%) в нормализованную смесь (до тепловой обработки и после нее) и недостающее количество – в сгущенную гомогенезированную охлажденную нормализованную смесь по результатам пробной стерилизации. Частичное внесение соли-стабилизатора в нормализованную смесь до сгущения позволяет увеличить продолжительность ее воздействия по ходу технологического процесса, в результате чего обеспечивается сгущение при более низких показателях вязкости, что способствует интенсификации выпаривания и стерилизации.

Аппаратурно-технологическая схема производства сгущенного стерилизованного и концентрированного стерилизованного молока с использованием гидростатического стерилизатора приведена на рис. 12.1. При использовании роторного стерилизатора технологическая схема до стерилизации такая же.

Согласно аппаратурно-технологической схеме молоко цельное после оценки качества и пригодности, учета его массы, очистки и охлаждения (при необходимости длительного резервирования молока – предварительной термизации, очистки и охлаждения) направляют в емкость хранения для проведения необходимой нормализации $О_{см} = О_р$ по схеме $m_{см} = m_м + m_{сл}$ или $m_{см} = m_м + m_{об}$ и стабилизации солевого состава. Нормализованная смесь с внесенной в нее частью соли-стабилизатора ($m_{см}$) насосом подается в емкость для регулирования последующей подачи ее на тепловую обработку перед выпариванием (1-я ступень 88–90 °С, 2-я ступень – пароконтактный нагрев до 130 °С с выдержкой 30–60 с и снижение температуры до 86–88 °С самоиспарением в вакуумной камере) и на выпаривание в пленочную вакуум-выпарную установку (1-я ступень 78–80 °С, 2-я – 65–67 °С и 3-я – 48–54 °С). Емкость накопления сгущенного продукта дает возможность регулировать его состав при сгущении. Кратность концентрирования сгущением невысока (2,2–2,4), что обусловлено необходимостью сохранения термоустойчивости сгущенной гомогенизированной нормализованной смеси на стадии стерилизации.

На выходе из вакуум-выпарной установки продукт свободно текуч, образования новой структуры ККФК не происходит, обеспечивается высокая эффективность тепловой обработки и максимальное сохранение исходных свойств ($P_а = 1$; $\tau_ф = \tau_д$).

Выпускаемая из вакуум-выпарной установки сгущенная нормализованная смесь (с заданной массовой долей сухих веществ) через емкость и поплавковый регулятор направляется в пластинчатый теплообменник, где подогревается до 72–75 °С, подается на гомогенизатор и снова в тот же теплообменник для охлаждения до конечной, оптимальной температуры 2 °С. Охлаждение необходимо в связи с резервированием сгущенной гомогенизированной нормализованной смеси для окончательного сбалансирования солевого состава по результатам пробной стерилизации конкретной партии сгущенного продукта. Режим гомогенизации – подогрев до 72–76 °С, давление на 1-й ступени 17–19 МПа, на 2-й ступени 2,5–3,5 МПа – обеспечивает диспергирование жировой фазы, оцениваемое показателем степени (эффективности) гомогенизации, который должен быть не менее 95%. Гомогенизация способствует также повышению вязкости продукта, обратно пропорционально размеру жировых шариков. При такой обработке скорость отстаивания белково-жи-

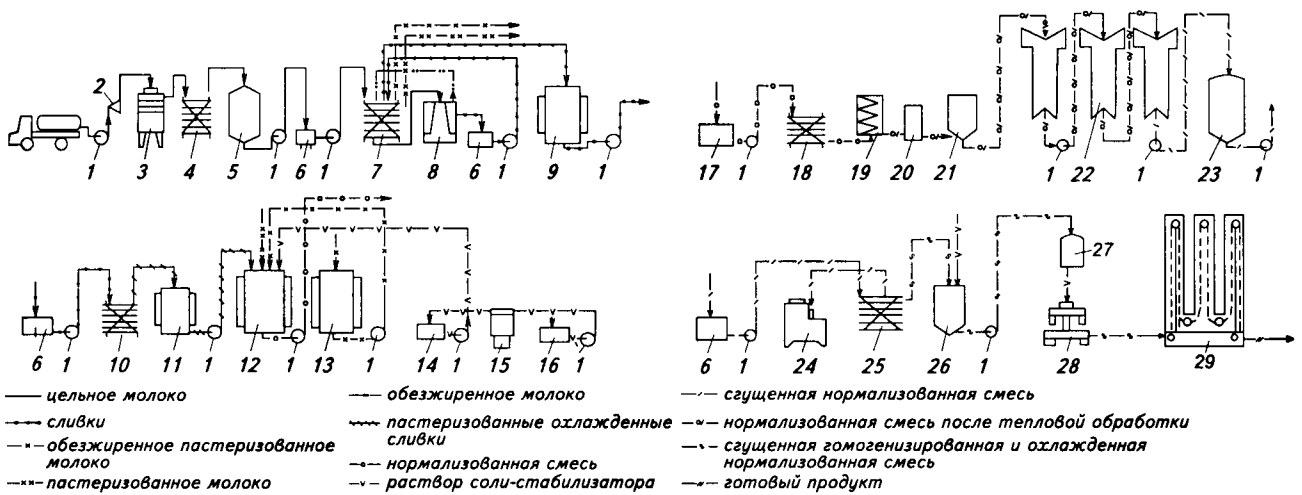


Рис. 12.1. Технологическая схема производства сгущенного и концентрированного стерилизованного молока:
1 – насос; 2 – счетчик; 3 – сепаратор-молокоочиститель; 4 – пластинчатый охладитель для молока цельного; 5, 9, 11–13, 23, 26 – емкости разного назначения; 6, 14, 16, 17, 27 – баки разного назначения; 7 – пластинчатый рекуператор; 8 – сепаратор-сливкоотделитель; 10 – пластинчатый охладитель для сливок; 15 – фильтр для фильтрования раствора соли-стабилизатора; 18 – пластинчатый пастеризатор; 19 – теплообменник для высокотемпературной обработки нормализованной смеси; 20 – выдерживатель; 21 – вакуум-охладитель; 22 – пленочная вакуум-выпарная установка; 24 – гомогенизатор; 25 – пластинчатый охладитель для сгущенной гомогенизированной нормализованной смеси; 28 – фасовочно-закаточная машина; 29 – гидростатический стерилизатор

рового слоя снижается настолько, что расслоение продукта в гарантийные сроки хранения визуально не наблюдается.

Подготовленная охлажденная сгущенная гомогенизированная нормализованная смесь фасуется в металлические банки № 7 на фасовочно-укупорочном агрегате и стерилизуется в гидростатическом или роторном стерилизаторе. Банки, проверенные на герметичность до заполнения их продуктом, проверяют на герметичность также и после их заполнения с помощью водяных тестеров или специального устройства. Проверка герметичности водяным тестером недостаточно надежна. С помощью такой проверки не улавливается «тонкий» брак (при «тонком» браке из банки, помещенной в ресивер, где давление 0,1 МПа, за 40 с выходит 2–10 $см^3$ воздуха).

Стерилизация сгущенной нормализованной смеси заключается в уничтожении всех микроорганизмов и инактивации ферментов. Микроорганизмы погибают в результате коагуляции их клеточных белков. Тепловой стерилизации предшествует выделение микроорганизмов из сырого молока (очистка) и уничтожение преобладающей части оставшейся после этого микрофлоры тепловой обработкой смеси перед выпариванием. Требования к режимам тепловой стерилизации следующие: обеспечение высокой эффективности воздействия на микроорганизмы и ферменты при минимальных изменениях составных частей молока, максимальном сохранении его пищевой и биологической ценности и минимальных затратах различных видов энергии.

При стерилизации возможны частичный гидролиз триглицеридов, переход ненасыщенных жирных кислот в насыщенные, уменьшение содержания минеральных солей. Режимы стерилизации выбирают с учетом термоустойчивости микрофлоры, физико-химических свойств продукта и скорости проникновения теплоты к центру банки. Тепловая стерилизация, которая обеспечивает уничтожение термостойких споровых микроорганизмов, надежна и для инактивации ферментов. В зависимости от типа аппарата для стерилизации, вида продукта, качества исходного сырья режим стерилизации устанавливают в соответствии с формулой, представляющей собой следующую условную запись теплового режима аппарата, в котором осуществляется данный процесс:

$$(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3)/t,$$

где τ_1, τ_2, τ_3 – *продолжительность подогрева, собственно стерилизации, охлаждения;* t – *температура стерилизации.*

Формула стерилизации носит эмпирический характер. Она раскрывает особенности стерилизации как нестационарного теплового процесса, заключающегося в повышении температуры, выдержке при темпера-

туре стерилизации и понижении температуры. Формулу стерилизации устанавливают заранее для конкретного аппарата и конкретных условий. Надежность выбранной для производства формулы стерилизации проверяют микробиологическими анализами. Режим должен обеспечить эффект, выраженный величиной от 4,0 до 5,1 условных единиц (усл. мин). При этом нижнее значение условных единиц допускается для обсемененности не более 1 споры в 1 мл продукта перед стерилизацией. С повышением обсемененности, но не более 10 спор в 1 мл продукта, требуемый эффект стерилизации должен быть увеличен.

В гидростатических стерилизаторах для достижения необходимого эффекта стерилизации температура составляет 116–117 °С, выдержка 15–17 мин. В соответствии с заданным режимом выбирают параметры работы стерилизатора. В зоне подогрева необходимо устанавливать температуру 85–95 °С, а в зоне охлаждения 20–40 °С.

Значение эффекта стерилизации конкретно выбранного режима F принято определять по формуле:

$$F = 3{,}21 + 0{,}15x_1 + 1{,}28x_2 + 0{,}15x_3 + 0{,}67x_4 + 0{,}31x_2^2,$$

где x_1 – величина, зависящая от температуры среды на выходе из подогревателя ($t_п$) и определяемая как $x = 0{,}1t_п - 8{,}5$; x_2 – величина, зависящая от температуры стерилизации ($t_с$) и определяемая из соотношения $x_2 = 0{,}5t_с - 58{,}0$; x_3 – величина, зависящая от продолжительности нахождения продукта в зоне подогрева ($\tau_п$) и определяемая из соотношения $x_3 = 0{,}4\ \tau_п - 5{,}0$; x_4 – величина, зависящая от продолжительности нахождения продукта в зоне стерилизации ($\tau_п$) и определяемая из соотношения $x_4 = 0{,}4\ \tau_п - 6{,}0$.

В производственных условиях при использовании гидростатических стерилизаторов конкретно выбранный режим предварительно оценивают по показателю эффекта стерилизации. Если этот показатель колеблется от 4,6 до 5,1 мин, то выбранный режим, оцененный как обеспечивающий необходимый эффект стерилизации, применяют при производстве продукта.

В роторных стерилизаторах для достижения необходимого эффекта сгущенную нормализованную смесь стерилизуют при температуре 116–118 °С с выдержкой 14–17 мин. В соответствии с технологической инструкцией по графику определяется взаимосвязь между температурой стерилизации и ее продолжительностью.

Эффект стерилизации в роторном стерилизаторе для конкретно выбранного режима оценивают по формуле:

$$F = 4{,}12 + 0{,}16x_1 + 0{,}89x_2 + 0{,}36x_3 + 0{,}1x_2^2 + 0{,}13x_2x_3,$$

где x_1 – величина, зависящая от температуры среды на выходе из подогревателя ($t_п$) и определяемая как $x_1 = 0{,}0771t_п - 6{,}38$; x_2 – величина, зависящая от температуры стерилизации ($t_с$) и определяемая как $x_2 = 0{,}5t_с - 58{,}0$; x_3 – величина,

зависящая от продолжительности нахождения продукта в зоне стерилизации (τ_c) и определяемая как $x_3 = \tau_c - 15{,}0$.

Для более полного сохранения пищевой ценности продуктов показатель эффективности выбираемых режимов стерилизации не должен превышать 5,5 усл. мин для сгущенного стерилизованного и 5,3 для концентрированного стерилизованного молока.

В целях смягчения режимов стерилизации применяют антибиотик низин, позволяющий сократить продолжительность процесса при той или иной выбранной температуре стерилизации. Действие низина основано на нарушении обмена веществ вследствие торможения или инактивации ферментных систем микроорганизмов, главным образом бактерий, в меньшей степени дрожжей и плесеней. Низин нетоксичен, улучшает вкус продукта. Доза низина 100 единиц на 1 г продукта, или 40 г препарата на 1 туб при активности не ниже 1 млн. единиц в 1 г.

Наряду с обязательным соблюдением режима стерилизации и последующего охлаждения банок качество продукта в значительной степени зависит от герметичности укупоривания банок ($a_в$ = 0,95). Только при обеспечении контроля стерилизации (диаграммы с записью режимов), контроля промышленной стерильности (выдержка в течение 6 дней пяти банок от каждой партии при температуре 36–38 °С), при наличии в технологической линии тестера для отбраковки негерметичных банок, наличии данных ежедневных микробиологических исследований сгущенных нормализованных смесей перед стерилизацией, подтверждающих стабильное содержание в них допустимого количества спор, и соответствии этого количества спор значению эффекта стерилизации выбранного режима осуществляется отгрузка продукции без предварительной выдержки ее на складе. При отсутствии перечисленного комплекса контроля по выходе из стерилизатора банки с продуктом после контрольного взвешивания, этикетировки, укладки в картонные ящики направляют на выдержку в термостатную камеру или склад готовой продукции. Выдержка необходима для выявления и отсортировки дефектных банок перед отгрузкой. В полном соответствии с кратностью концентрирования и режимами тепловой и механической обработок в ходе процесса формируются состав и свойства сгущенного стерилизованного молока, характеризующиеся увеличением массовой доли сухого молочного остатка от 11,8 до 26%, доли жира на единицу СОМО – от фактического значения в цельном молоке до заданного в продукте ($Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ = 0,46), а также увеличением массовых долей в воде лактозы от 5 до 13%, ККФК – от 3,4 до 7%. Для формирования свойств характерно изменение вкуса и запаха – от исходного в молоке до сладковато-солоноватого привкуса, свойственного топленому молоку, увеличение кислотности от 19 до 45 °Т, плотности

(при температуре 20 °С) от 1028 до 1065 кг · м^3, вязкости (при температуре 20 °С) от 2 до 10 мПа·с.

Показатели состава концентрированного стерилизованного молока формируются следующим образом: сухой молочный остаток увеличивается от 11,8 до 28%, отношение Ж/СОМО в цельном молоке изменяется до 0,468 в нормализованной смеси и продукте, массовые доли в водной части увеличиваются следующим образом: лактозы – от 5,0 до 14,2%, ККФК – от 3,4 до 8% . Как и для сгущенного стерилизованного молока, исключаются кристаллизация лактозы и образование новой структуры ККФК. Для формирования показателей свойств характерно увеличение кислотности от 18 до 44–48 °Т, плотности (при температуре 20 °С) от 1028 до 1070 кг·м$^{-3}$ и вязкости от 2 до 15 мПа·с.

Изменения состава и свойств сгущенного стерилизованного и концентрированного стерилизованного молока в ходе технологического процесса происходят в соответствии с кратностью концентрирования сгущением и являются обратимыми. Этим подтверждается надежность режимов и параметров технологии.

Ассортимент сгущенных стерилизованных молочных консервов при необходимости может быть расширен за счет организации производства по той же технологии сгущенных стерилизованных продуктов со вкусовыми наполнителями и солодом.

Перспективным является производство сгущенного стерилизованного молока с повышенной массовой долей сухих веществ на основе сепарирования сгущенной нормализованной смеси с последующим раздельным фасованием и стерилизацией двух получаемых продуктов – консервированного масла «Каймак» и сгущенного стерилизованного белкового молока.

Глава 13. Сгущенные молочные консервы с сахаром

Характеристика консервов

Основными видами продуктов консервирования цельного молока сахарозой являются молоко цельное сгущенное с сахаром и его разновидности, сливки сгущенные с сахаром и сгущенные молочные консервы с сахаром и вкусовыми наполнителями (какао, натуральный кофе, цикорий, кофейный напиток). Эти продукты получают из подвергнутого тепловой обработке цельного молока, нормализуемого обезжиренным молоком, пахтой или сливками, без наполнителей или с наполнителями, путем выпаривания части воды и консервирования сахарозой (свекловичным или тростниковым сахаром).

Состав сгущенных молочных консервов с сахаром характеризуется следующими показателями: массовые доли влаги – от 26 до 29%; жира – от 5,0 до 19,0; сахарозы – от 37,0 до 44,0%. Массовые доли в воде продукта: сахарозы – 61,0–63,5%; лактозы – 20,0–32,0; ККФК не превышают 18–20%. Доля жира на единицу СОМО колеблется от 0,21 до 1,24.

Все продукты хорошо растворяются в воде и отличаются высокой пищевой ценностью, сладким, чистым вкусом, без посторонних привкусов и запахов. Продукты без вкусовых наполнителей обладают белым с кремовым оттенком цветом, с вкусовыми наполнителями – темно-коричневым цветом, хорошо выраженными вкусом и запахом какао, натурального кофе или кофейного напитка. Однородная по всей массе продуктов консистенция (размеры кристаллов лактозы 8–10 мкм) характерна для всех сгущенных молочных консервов с сахаром, с сахаром и вкусовыми наполнителями. Вязкость колеблется от 3 до 10 Па·с (зависит от вида продукта, качества молока и режимов технологии). Для всех продуктов массовая доля олова – не более 0,01 и меди – не более 0,0005%. Не допускаются патогенные микроорганизмы. Массовую долю свинца и содержание бактерий группы кишечной палочки нормируют в зависимости от вида продукта. Общее количество бактерий в 1 г продукта нормируют только в продуктах с вкусовыми наполнителями.

Молоко цельное сгущенное с сахаром

Молоко цельное сгущенное с сахаром – продукт с массовыми долями (%): влаги – не более 26,5, сухого молочного остатка – не менее 28,5, в том числе жира – не менее 8,5 и сахарозы – не менее 43,5. В продукте на экспорт показатели несколько отличаются и зависят от требований страны-покупателя.

По величине отношения $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ продукт приближен к исходному консервируемому цельному молоку (плановое $О_{пр} = 0{,}4212$, в мо-

локе $О_м$ колеблется от 0,39 до 0,69); кислотность продукта – не более 48 °Т; вязкость 3–10 Па·с, через 2–12 мес хранения – не более 15 Па·с. Требуемая чистота восстановленного продукта (по эталону для коровьего молока) обеспечивается обработкой по ходу технологического процесса. Показатель активности воды, составляющий 0,83–0,85, достигается концентрированием растворенных в воде молока веществ (лактозы, минеральных солей) и связыванием части оставшейся воды вводимым сахаром (сахарозой).

Продукт вырабатывается как периодическим, так и непрерывно-поточным способом. Технологический процесс производства периодическим способом включает операции, общие для всех продуктов консервирования молока, молочного сырья, и частные – смешивание нормализованной смеси с сахаром, охлаждение и фасование продукта. При необходимости, в целях уменьшения скорости отстаивания белково-жирового слоя при хранении продукта, нормализованная смесь перед сгущением подвергается гомогенизации при температуре 65–75 °С и давлении 10–12 МПа.

Технологическая схема производства цельного сгущенного молока с сахаром периодическим способом приведена на рис. 13.1. Согласно схеме на основе результатов оценки качества партии молока (варка), учета его массы, очистки и охлаждения, его резервируют в емкости для составления нормализованной смеси и расчетов сахара. Начальное заполнение рабочей вместимости вакуум-выпарной установки осуществляется частью сахарного сиропа, чем обеспечивается поточная подача нормализованной смеси (или, отдельно, ее составляющих) в вакуум-выпарную установку после тепловой обработки в его подогревателях. В целях повышения термоустойчивости молока для частичного связывания избыточного Ca^{2+} в нормализованную смесь перед тепловой обработкой можно внести соль-стабилизатор в виде 25%-ного водного раствора. Режим тепловой обработки нормализованной смеси – от 93 до 97 °С без выдержки ($\tau_ф = \tau_д$; Ра = 1). Для тепловой обработки нормализованной смеси перед выпариванием при температуре более 100 °С (105–109 °С, без выдержки) необходимо модернизировать подогреватели, входящие в комплект вакуум-выпарной установки, или дополнить технологическую линию нагревателями, обеспечивающими подогрев до температуры более 100 °С. Тепловая обработка нормализованной смеси при температуре более 100 °С предотвращает загустевание сгущенных молочных консервов с сахаром при хранении.

Остаток требующегося сахарного сиропа на варку направляется в установку по завершении поточной подачи в нее всей нормализованной смеси после тепловой обработки в подогревателях. Компоненты общей

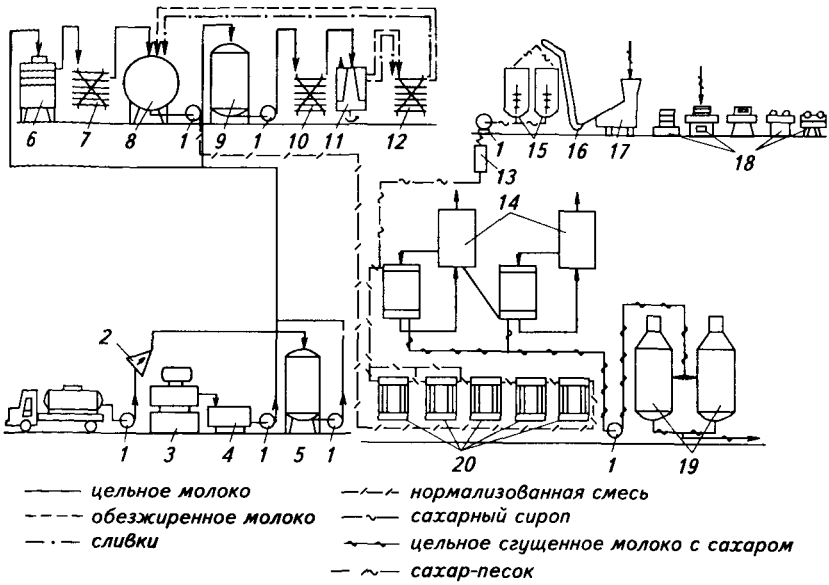


Рис. 13.1. Технологическая схема производства молока цельного сгущенного с сахаром непрерывно-поточным способом:
1 – емкость для цельного молока; 2 – насос; 3 – емкость с тензовзвешиванием; 4 – пластинчатый охладитель; 5 – емкость для сырого цельного молока; 6 – счетчик; 7 – пластинчатый рекуператор; 8 – емкость для молочно-сахарной смеси; 9 – вакуум-выпарная установка; 10 – гомогенизатор; 11 – пластинчатый охладитель; 12 – емкость; 13 – приемный желоб; 14 – приемный бункер; 15 – дозатор-смеситель; 16 – емкость для растворения сахара в цельном молоке; 17 – фильтр дисковый; 18 – сепаратор-молокоочиститель; 19 – банкомоечная машина; 20 – разливочный аппарат

смеси на варку сгущают до массовой доли сухих веществ 70–71%, и продукт подается в вакуум-охладитель на охлаждение. Температуры выпаривания: 1-й корпус – 65–70 °С, 2-й корпус – от 50 до 55 °С. Выпариванием завершаются общие технологические операции.

При периодическом выпаривании в циркуляционных вакуум-выпарных установках готовность продукта к выпуску определяется с помощью рефрактометра на основе прямой зависимости между массовой долей сухих веществ и коэффициентом преломления $С_{пр} = f(n)$ (при температуре 20 °С $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ = const). При непрерывно-поточном способе выпуск продукта заданного состава из вакуум-выпарной установки обеспечивается с помощью приборов автоматического регулирования и контроля, в частности с помощью рефрактометра, работающего в автоматическом режиме.

При производстве сгущенных молочных консервов с сахаром для консервирования применяют сахар-песок с массовой долей сахарозы не менее 99,75%, инвертного сахара – не более 0,05 и влаги – не более 0,14%. При увлажнении сахара-песка качество его снижается. На гранях кристаллов образуются пленки сахарного раствора, являющиеся благоприятной средой для микроорганизмов, количество которых в зависимости от массовой доли влаги увеличивается следующим образом:

Массовая доля влаги в сахаре-песке, %	0,17	0,23	0,41
Количество микроорганизмов в 1 г сахара-песка	50	300	5000

Увлажнение сопровождается также инверсией сахарозы. С образованием глюкозы и фруктозы увеличивается массовая доля инвертного сахара, снижается качество сахара-песка, а вместе с тем и продукта, для консервирования которого его используют. Моносахара активно вступают в реакции с белками молока, образуются меланоидины, вследствие чего продукты приобретают темный цвет. В связи с этим обязательным является предупреждение увлажнения сахара-песка. Неизменность стандартных показателей состава и свойств сахара-песка при перевозках и хранении обеспечивается при температурах не более 20–22 °С и относительной влажности воздуха не более 70% (при хранении без упаковки в бункерах – не более 60%). Меньше увлажняется сахар-песок при бестарном хранении его в бункерах.

Растворимость сахарозы зависит от температуры:

Температура, °С	90	60	50	20	0
Растворимость, %	81	74	72	68	64

Если массовая доля сахарозы в водной части сгущенных молочных консервов с сахаром имеет оптимальное значение (61,0–63,5%), то она в них не кристаллизуется ни в процессе производства, ни при хранении (от 1 до 10 °С). В соответствии с принятой технологией сахар-песок растворяют: в питьевой воде (сахарные сиропы) – при периодическом способе производства, и в цельном молоке – при непрерывно-поточном. Для приготовления сахарных сиропов применяют емкостные тепловые аппараты ВНИИКП-2. Чтобы получить стерильный сироп, раствор сахара в воде доводят до кипения (102–105 °С). Оптимальная массовая доля сухих веществ сахарного сиропа 60–65%. Для предупреждения инверсии сахарозы выдержка готового сахарного сиропа не допускается. Перед поступлением в вакуум-выпарную установку сахарный сироп очищают от механических примесей фильтрацией через ткань (марля, лавсан) или специальный фильтр; с помощью сепараторов-молокоочистителей; фильтрацией на фильтрах «Коллоид». Очистка сиропа на фильтрах «Коллоид» в 5–15 раз эффективнее, чем через марлю и ватные фильтры.

По достижении в процессе периодического выпаривания заданной массовой доли сухих веществ продукт при температуре 45–60 °С направляют в вакуум-охладитель для охлаждения до 18–22 °С. Охлаждение проводится в одну ступень, внутренняя теплота продукта расходуется на парообразование кипением, в результате чего продукт охлаждается и одновременно дополнительно подсгущается на 3–3,5%. Вязкость его при этом увеличивается в 2–3 раза, а лактоза из-за пересыщения ею раствора частично кристаллизуется. Чтобы обеспечить однородность консистенции продукта, образующиеся кристаллы лактозы должны иметь линейные размеры, не превышающие 10–11 мкм. Только при этом условии они не ощущаются органолептически при тестировании. В табл. 13.1 приведена оценка консистенции продукта в зависимости от размера кристаллов лактозы и их содержания в 1 $см^3$ сгущенного молока с сахаром.

Кристаллизация лактозы в сгущенном молоке с сахаром протекает в соответствии с молекулярно-кинетической теорией кристаллизации в две стадии: зарождение и рост кристаллов.

Зарождение центров кристаллизации в соответствии с флуктуационной теорией рассматривают как тепловое движение молекул, приводящее к образованию в массе исходной фазы флуктуаций плотности и уплотнению молекулярных комплексов. По достижении критических размеров молекулярные комплексы становятся зародышами, способными устойчиво расти до кристаллов видимого размера.

Процесс возникновения зародышей кристаллов основан на диффузии. Основным условием для зарождения центров кристаллизации является пересыщение раствора. На скорость и массовость зарождения центров кристаллизации положительно влияет перемешивание, способствующее дополнительной флуктуации в элементарных объемах раствора, что усиливает его турбулизацию. Повышается эффективность массообмена, обеспечивается необходимая ориентация молекул при образовании кристаллизационной сетки, уменьшается толщина неподвижного слоя («дворика») около растущего кристалла, сокращается индукционный период. Для массового зарождения центров кристаллизации необ-

13.1. Консистенция продукта в зависимости от среднего размера кристаллов лактозы и их количества

Число кристаллов, тыс./$см^3$	Средний размер кристаллов, мкм	Консистенция
400–300	10–11	Однородная
300–100	12–15	Слабомучнистая
100–50	16–20	Мучнистая
50–25	21–25	Сильномучнистая
25 и менее	25 и более	Песчанистая

ходимо быстрое охлаждение. В этих условиях при наличии широкой температурной зоны перенасыщения лактозы образование зародышей происходит при более высоких температурах этой зоны и меньшей вязкости продукта.

В условиях гетерогенного механизма образования зародышей, характерного для лактозы, необходимо наличие базисной поверхности кристаллизации, роль которой выполняет затравка в виде мелкокристаллической рафинированной лактозы. Сущность процесса состоит в том, что при подаче продукта на охлаждение в вакуум-охладитель возникают местные скопления растворенной лактозы, которые по размерам приближаются к критическим для зарождения кристаллов, но не достигают их, а размещение молекул в растворе еще недостаточно соответствует необходимому положению их в узлах кристаллической решетки. Спонтанная кристаллизация не успевает возникнуть. Для этого необходима затравка.

В соответствии с рассмотренными теоретическими положениями для одновременного массового зарождения кристаллов лактозы в охлаждаемом сгущенном молоке с сахаром, которые на стадии роста по условиям насыщения не могут вырасти и не вырастают более, чем до 10 мкм, необходимо быстрое охлаждение, интенсивное перемешивание продукта и обязательное внесение затравочного материала.

При производстве сгущенных молочных консервов с сахаром периодическим способом эти условия обеспечиваются при следующих режимах одноступенчатого охлаждения в вакуум-охладителях: начальное разрежение – не менее 933 гПа, распыление и интенсивное охлаждение продукта в период подачи (уменьшение температуры на 10–15 °С), включение мешалки в момент подачи первых порций продукта и непрерывная ее работа до конца процесса охлаждения, внесение затравки при 30–37 °С (устанавливает лаборатория), затравочный материал – мелкокристаллическая рафинированная лактоза, доза – не менее 0,02% массы продукта. Включение главного термокомпрессора для отбора образующихся соковых паров – через 3–5 мин после начала подачи продукта в аппарат (продукт при этом должен кипеть). Общая продолжительность охлаждения – 40–60 мин при разрежении 971–998 гПа.

При подаче сгущенного молока с сахаром на охлаждение в распыленном состоянии, интенсивном перемешивании его при охлаждении и внесении затравки рост зародышей кристаллов происходит в соответствии с теорией фазовых переходов. Согласно этой теории скорость оседания кристаллизующего вещества на гранях кристаллов пропорциональна квадрату разности концентраций. Кристаллы растут по мере насыщения, после охлаждения продукта процесс кристаллизации завершается,

кристаллы лактозы увеличиваются в размерах от 6 до 10 мкм. В процессе охлаждения за счет самоиспарения при снижении температуры на 1 °С продукт подсгущается на 0,088%. Зависимость между массовой долей влаги в начале охлаждения $В_{нач}$, температурой $t_{нач}$, массовой долей влаги $В_{кон}$ и температурой $t_{кон}$ в конце охлаждения описывается как:

$$В_{нач} = В_{кон} + 0{,}088\ (t_{нач} - t_{кон}).$$

Преимуществом вакуумного охлаждения сгущенных молочных консервов с сахаром является возможность регулирования состава продукта в процессе охлаждения, а не по его завершении. Регулирование осуществляется как контролем показателя конечной температуры $t_{кон}$, так и контролем показателя массовой доли влаги в продукте в конце охлаждения $В_{кон}$ (максимум 26,5%). Без отрицательного воздействия на процесс кристаллизации лактозы можно изменять конечную температуру $t_{кон}$ в пределах 15–22 °С.

В том случае, если необходимо регулировать состав продукта добавлением воды, последнюю в пастеризованном виде вносят в процессе охлаждения, а не по его завершении.

Для предотвращения потемнения продукта, во время охлаждения в него добавляют аскорбиновую кислоту (0,02%), а для подавления роста плесеней – сорбиновую кислоту (0,02%).

Готовый охлажденный продукт фасуют в потребительскую (банки № 7, алюминиевые тубы, бумажные пакеты) или транспортную (деревянные заливные и фанерно-штампованные бочки, фляги, авто- и железнодорожные цистерны) тару. Металлическую тару предварительно моют и стерилизуют, а деревянные и фанерно-штампованные бочки парафинируют – в целях исключения вторичного бактериального обсеменения продукта во время фасования.

В табл. 13.2 показано, как формируются состав и свойства молока цельного сгущенного с сахаром при выпаривании в двухкорпусной циркуляционной вакуум-выпарной установке.

Состав и свойства продукта, сгущаемого в 1-м и 2-м корпусах, формируются по-разному в зависимости от долевого смешивания нормализованной смеси и сахара. Эти показатели регулируются в процессе выпаривания путем перемещения сгущаемого продукта из одного корпуса в другой для того, чтобы к моменту выпуска продукта одновременно из обоих корпусов сухие вещества в нем составляли около 70%. При смешивании в аппарате, в начале варки в течение первых 30 мин от начала выпаривания нормализованной смеси с частью сахарного сиропа обеспечивается интенсивная циркуляция общей смеси при невысокой ее вязкости.

При непрерывно-поточном способе производства цельного сгущенного молока с сахаром на линии «Альфа-Лаваль» (рис. 13.2) партию

13.2. Изменение показателей сгущенного продукта в процессе сгущения выпариванием

Корпус	Массовая доля сухих веществ в сгущаемом продукте, %	Титруемая кислотность, °Т	Вязкость, мПа·с	Плотность, кг·м$^{-3}$	Цвет, отражение, %
Исходная нормализованная смесь					
–	11,8	18	2,3	1027	83,0
Молочно-сахарная смесь через 30 мин после начала выпаривания					
1	20,9	25	4,0	1054	83,0
2	57,3	19	436,0	1231	49,0
Молочно-сахарная смесь после подачи в вакуум-выпарную установку всех компонентов смеси					
1	63,5	21	530,0	1281	55,5
2	88,4	48	1096,0	1276	50,5
Сгущенный продукт перед подачей его на охлаждение в вакуум-охладитель					
Из обоих корпусов	70,5	30	3320,0	1283	49,0

цельного молока (любую по массе), по качеству отвечающую требованиям, после очистки и охлаждения до 5 °С резервируют в связи с необходимостью расчетов добавления обезжиренного молока или сливок, сахара, перемешивают, подогревают до 65 °С, при этой температуре в молоке растворяется сахар. Полученную молочно-сахарную смесь охлаждают до 15 °С, фильтруют, подогревают до 56 °С, очищают на сепараторе-диспергаторе, подогревают до 74 °С, охлаждают ледяной водой до 5 °С и направляют в емкость для нормализации, т. е. прибавления обезжиренного молока или сливок, согласно условию $Ж_{см}/СОМО_{см} = О_р$.

Общая молочно-сахарная смесь ($Ж_{см}/СОМО_{см} = О_р$; $САХ_{см}/Ж_{см} = САХ_{пр}/Ж_{пр}$) подвергается тепловой обработке в трубчатых подогревателях до 41, 57 и 75 °С, деаэрации в камере с охлаждением до 65 °С, подогревается в четвертом подогревателе до 86 °С, в первой секции теплообменника до 95–96 °С и во второй – до 105–107 °С. Такие режимы тепловой обработки обеспечивают ее высокую эффективность. После тепловой обработки молочно-сахарная смесь выпаривается в трехкорпусной (с финишером) пленочной вакуум-выпарной установке. Температуры выпаривания по ступеням – 78, 60, 48 °С и в финишере (после подогрева) – до 58 °С. Конечная массовая доля сухих веществ продукта 74% обеспечивается автоматическим регулированием состава продукта.

В технологической линии предусмотрена гомогенизация при давлении 2,0–2,5 МПа, если вязкость продукта меньше 3 Па·с. Если вязкость больше, то гомогенизация исключается. Продукт с массовой долей

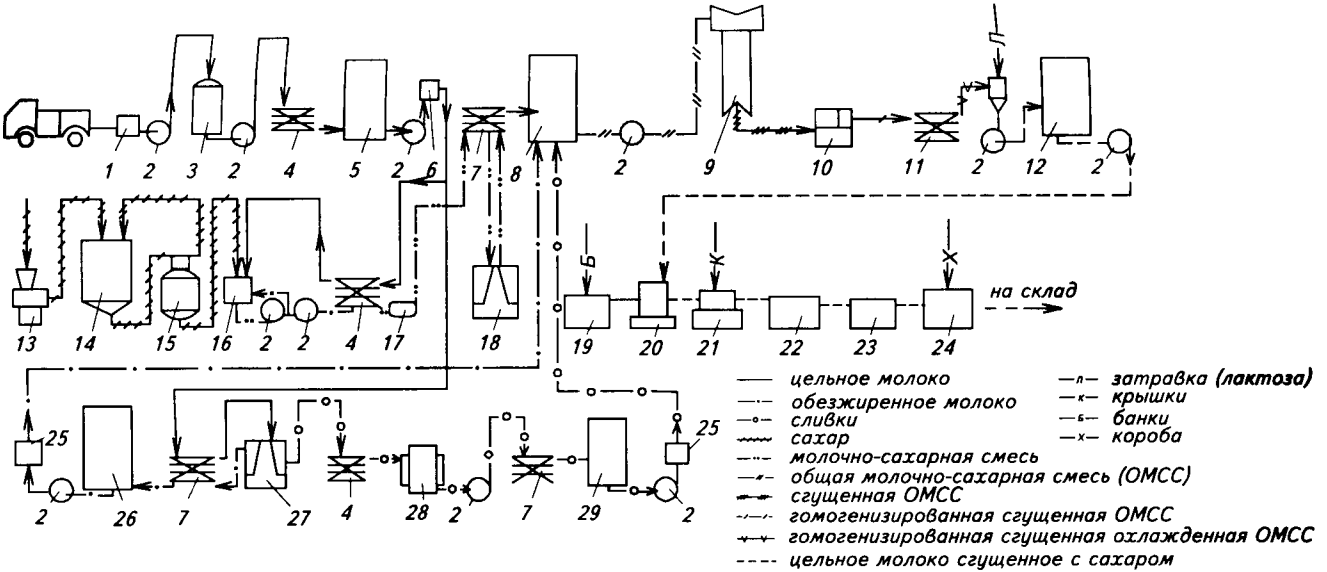


Рис. 13.2. Технологическая схема производства молока цельного сгущенного с сахаром непрерывно-поточным способом: *1 – емкость для цельного молока; 2 – насос; 3 – емкость с тензовзвешиванием; 4 – пластинчатый охладитель; 5 – емкость для сырого цельного молока; 6 – счетчик; 7 – пластинчатый рекуператор; 8 – емкость для молочно-сахарной смеси; 9 – вакуум-выпарная установка; 10 – гомогенизатор; 11 – пластинчатый охладитель; 12 – емкость; 13 – приемный желоб; 14 – приемный бункер; 15 – дозатор-смеситель; 16 – емкость для растворения сахара в цельном молоке; 17 – фильтр дисковый; 18 – сепаратор-молокоочиститель; 19 – банкомоечная машина; 20 – разливочный аппарат; 21 – закаточный аппарат; 22 – моечная и сушильная машина; 23 – этикетировочный автомат; 24 – упаковочный автомат; 25 – счетчик; 26 – емкость для обезжиренного молока; 27 – сепаратор-сливкоотделитель; 28 – буферная емкость; 29 – емкость для сливок*

сухих веществ 74% после гомогенизации или без нее автоматически подается на охлаждение (20–22 °С) в пластинчатый охладитель. После введения в потоке затравки охлажденный продукт поступает в буферную емкость для фасования.

Особенностью рассмотренной технологии является растворение сахара в цельном молоке, выпаривание общей молочно-сахарной смеси и охлаждение готового продукта в потоке. Поточное растворение сахара в молоке интенсифицирует, удешевляет и упрощает процесс. Режимы выпаривания в трехкорпусной пленочной вакуум-выпарной установке исключают возможность необратимых изменений составных частей сухого вещества сгущаемой смеси, а при наличии финишера облегчается регулирование состава продукта и выпуск его с заданной конечной массовой долей сухих веществ. Поточное охлаждение готового продукта в пластинчатом охладителе, внесение затравки с помощью вибратора с дозирующим устройством обеспечивают быстрое охлаждение, интенсивное механическое воздействие и начальную базисную поверхность кристаллизации (затравка). Образующиеся при этом кристаллы лактозы по линейным размерам не превышают 10 мкм при соответствующей этому показателю массовой кристаллизации.

Особенностью формирования состава и свойств продукта при непрерывно-поточном способе производства является увеличение при выпаривании массовой доли всех сухих веществ от 23–25% до конечной 74%, кислотности – от 13–14 до 40 °Т и вязкости – от 10–20 до 3000–4000 мПа·с при неизменности отношений $О_{см} = О_{р}$ и $САХ_{см}/Ж_{см} = САХ_{пр}/Ж_{пр}$. В меньшей степени изменяется цвет продукта, в соответствии с кристаллизацией лактозы консистенция оценивается как однородная. Структурно-механические свойства формируются под воздействием тепловой обработки молочно-сахарной смеси и механической обработки (гомогенизации) сгущенного продукта, причем более заметно влияние гомогенизации, чем тепловой обработки. Поэтому путем изменения режимов гомогенизации или исключения ее облегчается возможность регулирования вязкости продукта.

По технико-экономическим показателям при непрерывно-поточном способе производства цельного сгущенного молока с сахаром уменьшаются затраты времени на обработку 1 т молока в 1,36 раза, удельные расходы пара и воды в 1,50 раза, но увеличивается удельный расход электроэнергии в 1,33 раза. В целом по эффективности производства и показателям качества продукта перспективным является непрерывно-поточный способ в рассмотренном или других, более оптимальных вариантах.

Молоко сгущенное с сахаром 5%-ной жирности и продукт сгущенный сливочно-растительный с гидрогенизированным жиром и сахаром

К разновидностям цельного сгущенного молока с сахаром относятся также продукты с низкой массовой долей жира, следовательно, с более низким отношением $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$. К числу таких продуктов относится сгущенное молоко с сахаром 5%-ной жирности с отношением $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ = 0,2199 ($Ж_{пр}$ = 5,3%; $СОМО_{пр}$ = 24,1%), получаемое по технологии цельного сгущенного молока с сахаром. К особенностям технологии относятся: составление нормализованных смесей из цельного и обезжиренного молока или пахты; при показателях вязкости продукта менее 3–4 Па·с обязательна гомогенизация (температура 60–70 °С, давление 9 МПа); затравку вносят при температуре 34–38 °С.

Продукт сгущенный сливочно-растительный с гидрогенизированным жиром и сахаром отличается от цельного сгущенного молока с сахаром иным составом жира продукта в связи с заменой части молочного жира кондитерским при той же самой общей массовой доле жира не менее 8,5%. Технологии включает расчет, составление эмульсии из обезжиренного молока и гидрожиров и ее гомогенизацию. Оптимальная массовая доля жира в эмульсии составляет 12–16%. На основе этого показателя рассчитывают потребность обезжиренного молока для составления эмульсии. Гомогенизацию ведут при температуре 58–62 °С и давлении 10–12 МПа. Если эмульсия с массовой долей жира до 30%, то давление на 1-й ступени 8–10 МПа, а на 2-й ступени – 2–3 МПа. Гомогенизированную эмульсию смешивают с оставшимся для варки обезжиренным молоком.

Тепловую обработку проводят при 85–90 °С без выдержки, затем охлаждают продукт до 11–21 °С. Готовый продукт фасуют в транспортную тару: предварительно пропарафинированные фанерно-штампованные и деревянные заливные бочки, фляги, автоцистерны. Металлическую тару после мойки стерилизуют в целях предупреждения возможного вторичного бактериального обсеменения продукта.

Сливки сгущенные с сахаром

Сливки сгущенные с сахаром – это продукт консервирования смеси цельного молока и сливок с сахаром. Продукт отличается высокими показателями стойкости в хранении, вкусовыми свойствами и пищевой ценностью. В продукте нормируются: не более 26% влаги, не менее 37% сахарозы, не менее 36% сухого молочного остатка, в том числе не менее 19% жира. В соответствии с кратностью концентрирования и требованиями к качеству исходного сырья кислотность продукта должна быть не более 40 °Т.

Продукт вырабатывают по технологии цельного сгущенного молока с сахаром при следующих особенностях. При нормативном отношении $Ж_{пр}/СОМО_{пр} = 1{,}177$ ($Ж_{пр} = 20\%$, $СОМО_{пр} = 17\%$) нормализованную смесь составляют из цельного молока и сливок ($Ж_{сл}$ не более 40%). Массу сливок на варку рассчитывают по формуле (1), а массу сахара-песка – по формуле (2).

Гомогенизацией нормализованной смеси при температуре 60–65 °С и давлении 8–10 МПа обеспечивается вязкость продукта 5–6 Па·с, достигается равномерное распределение жира без визуально наблюдаемого отстаивания белково-жирового слоя в гарантийные сроки хранения. Режимы тепловой обработки нормализованной смеси перед выпариванием следующие: в пластинчатом пастеризаторе – при температуре 95–105 °С без выдержки, с последующим охлаждением в секции рекуперации до 75–80 °С в трубчатых рекуператорах; в подогревателях вакуум-выпарной установки – при температуре 90–95 °С – без выдержки.

При массовой доле лактозы в водной части продукта 26–28% затравку вносят при температуре продукта 25–30 °С. Фасование продукта наряду с использованием тех же видов тары, что и для цельного сгущенного молока с сахаром, проводится и в металлические банки №14 после их предварительной мойки и стерилизации.

Несмотря на высокую массовую долю жира в продукте, выбранные режимы технологии предупреждают его окислительную порчу в установленные сроки хранения.

Сгущенные молочные консервы с сахаром и вкусовыми наполнителями

Эти продукты получают по традиционной технологии сгущенных молочных консервов с сахаром и добавлением вкусовых наполнителей. Из наполнителей применяют какао-порошок, натуральный кофе в смеси с цикорием (кофе 80%, цикорий 20%), кофейный напиток. Какао и кофе со сгущенным молоком и сахаром, какао и кофе со сгущенными сливками и сахаром, сгущенное молоко с сахаром и цикорием, кофейный напиток со сгущенным молоком и сахаром по составу характеризуются следующими показателями (в %): массовые доли влаги – 26–29, жира – 6–16, сахарозы – 37–44; массовые доли в воде продукта: сахарозы – 60–61, лактозы – 22–23. Отношение $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ составляет 0,511–1,240. По показателям вязкости и среднему размеру кристаллов лактозы продукты близки к цельному сгущенному молоку с сахаром. Особенности технологии обусловлены нормируемыми показателями состава, видами наполнителей, способами их приготовления и смешивания с молочно-сахарной смесью.

Для *какао со сгущенным молоком и сахаром и какао со сгущенными сливками и сахаром* используют натуральный какао-порошок с массовой долей жира 11,2%. Тепловая обработка нормализованных смесей проводится по следующим режимам: какао со сгущенным молоком и сахаром – 103–115 °С без выдержки, какао со сгущенными сливками и сахаром – 95–105 °С без выдержки. Гомогенизация включена в технологию только для какао со сгущенными сливками и сахаром ($Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ = 1,24) при температуре 65–75 °С и давлении 12–15 МПа. Массу сахара и какао-порошка рассчитывают соответственно по формулам (2, 3). Какао-порошок используют в смеси с сахаром. Из 1/3 требующегося на варку сахара готовится какао-сахарный сироп, а из 2/3 – сахарный сироп. Какао-сахарный сироп вводится в вакуум-охладитель. Затравку вносят при охлаждении продуктов в вакуум-охладителях при температурах: для какао со сгущенным молоком и сахаром 25–30 °С, а для какао со сгущенными сливками и сахаром – 20–23 °С, что обусловлено различием массовых долей лактозы в воде продуктов. Готовые продукты охлаждают до 18–23 °С (какао со сгущенным молоком) и до 16–22 °С (какао со сгущенными сливками и сахаром); фасуют в банки № 7 и дополнительно какао со сгущенным молоком и сахаром – в алюминиевые тубы.

Технология кофе со сгущенным молоком и сахаром и кофе со сгущенными сливками и сахаром имеет следующие особенности. Режимы тепловой обработки нормализованных смесей: 95–105 °С без выдержки с последующим охлаждением путем рекуперации до 80–87 °С или при 90–95 °С без выдержки. С учетом массовой доли жира в продуктах нормализованную смесь кофе со сгущенным молоком и сахаром гомогенизируют при температуре 65–75 °С и давлении 10–12 МПа; кофе со сгущенными сливками и сахаром – при температуре 65–70 °С и давлении 12–15 МПа. Кофе-цикорную смесь используют в виде водных экстрактов, которые приготовляют: в аппаратах с гейзерным устройством, в котле-экстракторе или в котле с паровой рубашкой, с последующим отделением шрота с помощью фильтрующих центрифуг ОГШ–321-К-5, НОГШ–325. Степень использования сухих экстрактивных веществ при отделении шрота центрифугами составляет 36%.

В целях предупреждения коагуляции казеина при смешивании экстрактов с молочными компонентами pH растворов поддерживается на уровне 5,2–5,6. Массу кофе-цикорной смеси рассчитывают по формуле (3), с учетом степени использования сухих экстрактивных веществ в зависимости от способа приготовления экстракта, который подается в вакуум-выпарную установку после молочных компонентов и сахарного сиропа. В целях более полного сохранения летучих ароматических веществ часть экстракта вносят при охлаждении продукта.

Массу сахара-песка рассчитывают по формуле (2). Получают сахарный сироп (периодический способ) с массовой долей сухих веществ 66–70%. В соответствии с более низкой массовой долей лактозы в водной части продуктов (22–24%) внесение затравки при охлаждении проводится при 25–30 °С. Готовый продукт фасуют в потребительскую тару (банки № 7, алюминиевые тубы).

Напиток кофейный со сгущенным молоком и сахаром имеет тот же состав, что и кофе со сгущенным молоком и сахаром. Особенности технологии обусловлены приготовлением экстракта кофейного напитка. Наряду с приготовлением его по технологии кофе со сгущенным молоком и сахаром, при раздельном получении компонентов осуществляется раздельное приготовление экстрактов: рожь и ячмень экстрагируют в одной емкости, натуральный кофе и цикорий – в другой. До подачи в вакуум-выпарную установку экстракты смешивают и раскисляют. Тепловую обработку нормализованной смеси осуществляют при 93–97 °С без выдержки. Охлаждение продукта происходит в вакуум-охладителях до 17–21 °С, с внесением затравки при 31–37 °С.

Глава 14. Сухие молочные продукты

Характеристика продуктов

Консервирование сушкой широко применяют в молочной промышленности. *Сушат цельное или обезжиренное молоко*, пахту, молочную сыворотку, смеси цельного молока с обезжиренным молоком, пахтой или сливками, без добавок или с добавками.

К основным продуктам консервирования цельного молока относятся: молоко коровье цельное сухое 20% и 25%-ной жирности, молоко сухое «Домашнее», *сливки сухие, сливки высокожирные* сухие, продукты сухие молочно-растительные, продукты кисломолочные сухие, продукты молочные сухие повышенной растворимости (молоко сухое «Смоленское», молоко сухое быстровостанавливаемое), сухие многокомпонентные смеси (смеси сухие для мороженого, для пудинга). Эти продукты получают методом распылительной сушки. На основе сушки сублимацией вырабатывают кисломолочные продукты.

Перечисленные продукты представляют собой порошки, обладающие сыпучестью, которая зависит от силы трения и сцепления частиц между собой, и характеризуются высокой массовой долей сухих веществ (95–98,5%). Отношение $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ в них колеблется от 0,185 (молоко 15%-ной жирности сухое быстровостанавливаемое) до 3,3 (сливки высокожирные сухие). Форма частиц зависит от технологии сушки. Частицы продуктов распылительной сушки имеют шарообразную форму (молоко цельное сухое), форму агломератов (молоко сухое «Смоленское») и агломератов, напыленных поверхностно-активными веществами (молоко цельное сухое быстровостанавливаемое, молоко 15%-ной жирности сухое быстровостанавливаемое).

Удельная поверхность частиц обычного сухого цельного молока составляет 400–640 $м^2/кг$. Массовая доля свободного поверхностного жира колеблется от 0,5 до 20%. Непрерывной фазой частиц является лактоза. Размеры частиц зависят от их структуры и места накопления. Частицы циклонной фракции имеют размеры в среднем 20 мкм, камерной – 50, агломерированные – от 100 до 250 мкм и более. В продуктах содержится воздух как между частицами (порозность), так и внутри. Массовая доля его колеблется от 10 до 60% и зависит от кратности сгущения, способа сушки.

Объемная масса продуктов зависит от способа сушки и колеблется от 300 до 690 $кг/м^3$. Продукты с частицами в форме агломератов характеризуются более высокой скоростью растворения. С увеличением плотности и объемной массы частиц также увеличивается скорость растворения продуктов. Для всех продуктов массовая доля солей тяжелых ме-

таллов составляет (не более): меди – 0,0008%, олова – 0,01% в сухом молоке «Смоленском» и сухом цельном быстрорастворимом молоке – 0,005%), свинец не допускается. Во всех продуктах не допускаются патогенные микроорганизмы и бактерии группы кишечной палочки (в 0,1 или 0,3 г продукта). Общее количество микроорганизмов (в тыс. на 1 г продукта) не должно превышать 50 в сухом цельном молоке и сухих сливках высшего сорта, первого – не более 70). В зависимости от вида продукты фасуют в потребительскую и транспортную тару или только потребительскую.

Теоретические основы сушки

При производстве всех видов сухих молочных продуктов удаление свободной воды осуществляется в две ступени – сгущением и сушкой предварительно сгущенного продукта. Сгущение выпариванием осуществляется до такой общей массовой доли сухих веществ, при которой массовая доля ККФК в воде не превышает 18–20% и продукт не утрачивает текучести (при температуре выпаривания).

Сгущенные смеси высушивают до конечной влажности, устанавливаемой в зависимости от формы связи воды с составными частями сухого вещества. Конечная влажность сухого молочного продукта, представляющая собой связанную воду, составляет не более 15% массовой доли белка в нем. На этом основано нормирование массовой доли влаги в сухих молочных продуктах, по достижении которой заканчивается процесс сушки.

В конце сушки того или иного продукта должно быть обеспечено равновесие между величиной заданной массовой доли влаги в нем $B_{пр}$ и относительной влажностью окружающего его воздуха φ. Условия равновесия рассчитывают при температуре t по формуле:

$$\lg B_{пр} = 0{,}014459\varphi + \lg (1{,}423 - 0{,}00543t).$$

Сухие молочные продукты относятся к сыпучим материалам. Они должны легко высыпаться из отверстий. Угол естественного откоса, характеризующий сыпучесть сухих молочных продуктов, колеблется в пределах 48–58°.

Из способов сушки молочных продуктов известны следующие: распылительный в потоке горячего воздуха, в кипящем слое, контактный, сублимацией и в состоянии пены. Вне зависимости от способа в процессе сушки должны быть обеспечены получение заданной конечной влажности, свободная сыпучесть, минимальное содержание свободного поверхностного жира, требуемые полнота и скорость растворения при минимальных потерях.

При сушке в потоке горячего воздуха или контактным способом необходимо исключить перегрев, пересыхание и пригорание молочного порошка, а также явления адгезии и когезии. Сушку продуктов распылительным способом ведут на распылительных прямоточных сушилках и сушилках со смешанным движением воздуха и продукта, работающих в одно- или двухстадийном режимах.

Механизм одностадийной распылительной сушки заключается в полидисперсном распылении сгущенных смесей в потоке горячего воздуха (сушильная камера), последующей сушке в нем распыленных частиц и выделении высушенных частиц из потока воздуха. С поверхности частиц испаряется влага. За счет диффузии на место удаленной поднимается влага из внутренних слоев. Капля размером в 40 мкм при температуре 50 °С высыхает за 2 с, теряя при этом половину своей массы при небольшой усадке частиц ($d_{ср.пр} = 0{,}93d_{ср.кап}$), которые оседают в виде порошка на дно камеры и выводятся из нее. Режим сушки следующий: в прямоточных сушилках температура поступающего воздуха 160–180 °С, отработанного – 65–95 °С, в сушилках со смешанным движением воздуха и продукта – 140–170 и 60–80 °С. В прямоточных сушилках исключаются перегрев, пересыхание и пригорание частиц, ограничивается возможность самовозгорания порошка в камере.

Одностадийный способ сушки отличается простотой и малооперационностью, но продукты имеют низкие скорость растворения и смачиваемость, невысокую объемную массу; велик удельный расход энергоресурсов, затруднена интенсификация процесса сушки.

Наиболее совершенной, эффективной и перспективной является двухстадийная сушка, заключающаяся в выведении из камеры продукта с повышенной по сравнению с нормой массовой долей влаги (6–9%), придающей ему термопластические свойства, способствующие агломерации частиц. Досушивается продукт в вибрационных конвективных сушилках разных конструкций, где молочный порошок переводится в псевдоожиженное состояние и высушивается в виде агломератов до конечной массовой доли влаги в виброкипящем слое. Через слой частиц продукта пропускается воздух с температурой 80–90 °С, частицы теряют контакт, перемещаются, слой расширяется и напоминает кипящую жидкость.

На первой стадии сушки продукт распыляется с помощью форсунок или диска. При форсуночном распылении можно сгущать смеси до более высокой массовой доли сухих веществ. При двухстадийной сушке на первой стадии используется воздух с температурой 200–220 °С. Благодаря этому интенсифицируется процесс сушки, увеличивается скорость движения частиц в потоке воздуха. Производительность сушилок по сухому

продукту увеличивается на 20%, удельные энергозатраты снижаются на 15–20%. По сравнению с одностадийной сушкой продукты характеризуются повышенной объемной массой, на 50–60% уменьшается содержание свободного жира, размеры агломератов достигают 200–250 мкм, уменьшается количество одиночных частиц и гигроскопичность.

Контактный способ заключается в сушке сгущенного продукта, наносимого на поверхность вальцов, имеющих температуру 105–130 °С, в аппаратах, работающих при атмосферном давлении, и температуре 50–60 °С в вакуумных сушилках. Продукт высыхает в виде пленки, которую срезают и размалывают, образовавшиеся частицы охлаждают и направляют на фасование. Применяется в основном для продуктов с низкими значениями Ж/СОМО (из обезжиренного молока, пахты, сыворотки), так как при контакте с поверхностью, нагретой до 105–130 °С, до 90% жира оказывается незащищенным белковой оболочкой.

Сублимационная сушка состоит в удалении влаги при разрежении (остаточное давление в сублиматоре 13,33–133,3 Па) из предварительно замороженных продуктов. Замороженная вода без перехода в жидкое состояние испаряется. По уровню энергетических затрат и выживаемости бактерий оптимальной является температура замораживания минус 25 °С.

В процессе сушки продукт подогревается до 40 °С без размораживания и из него испаряется вся свободная вода. В готовых продуктах хорошо сохраняются вкус, аромат, структура. Они легко восстанавливаются. Данным способом сушат закваски из микроорганизмов и кисломолочные продукты. Выживаемость вводимых в продукт микроорганизмов составляет 82–97%.

Сушка в состоянии пены осуществляется путем введения газа под давлением 15 МПа в сгущенную до 40% сухих веществ молочную смесь перед выходом ее из распыляющего устройства в сушильной камере. Газ и продукт смешиваются в отношении 5:1. Частицы продукта – плотные, пористые, обладают повышенной смачиваемостью и растворимостью. Просеиванием продукт фракционируется по размерам частиц.

Молоко цельное сухое

При массовой доле жира в сухом цельном молоке 20 или 25% в герметически укупоренном продукте распылительной сушки массовая доля влаги не должна превышать 4%. Только для продукта 25%-ной жирности в фанерно-штампованных бочках с вкладышами из крафт-бумаги и пергамента допускается массовая доля влаги не более 5%. Индекс растворимости (в $см^3$ сырого осадка), не более: 0,2 – в продукте 25%-ной жирности, упакованном в потребительскую тару; 0,3 – для высшего и 0,4 – для первого сортов – в продукте 20 и 25%-ной жирности, упакован-

ном в фанерно-штампованные бочки с полиэтиленовыми вкладышами; 0,3 – для высшего и 1,5 – для первого сорта – в продукте 25%-ной жирности в фанерно-штампованных бочках с вкладышами из крафт-бумаги и пергамента. Кислотность в зависимости от массовой доли жира в продукте и вида тары не более 19–21 °Т. Чистота не ниже второй группы.

Продукт вырабатывается периодическим, смешанным и непрерывно-поточным способами. Техническое перевооружение осуществляется путем перехода на непрерывно-поточные способы производства. Перспективным является комплексное использование для сгущения молекулярной фильтрации (обратный осмос) и выпаривания.

На рис. 14.1 приведена аппаратурно-технологическая схема производства молока цельного сухого. Сырое молоко, оцененное по качеству, учтенное по массе, очищенное и охлажденное направляется в емкость для составления нормализованной смеси путем прибавления к нему обезжиренного молока или пахты (реже сливок).

Тепловая обработка нормализованных смесей перед выпариванием проводится в подогревателях с температурой 85–86 °С с завершением ее

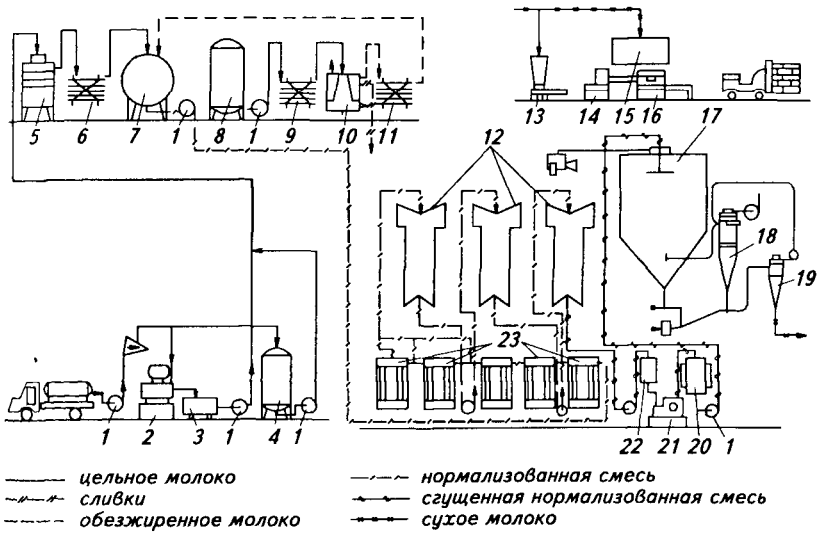


Рис. 14.1. Технологическая схема производства цельного сухого молока: *1 – насос; 2 – весы-счетчик; 3 – промежуточная емкость; 4 – емкость с тензовзвешиванием; 5 – сепаратор-молокоочиститель; 6, 9, 11 – теплообменники разного назначения; 7, 8, 15, 20, 22 – емкости разного назначения; 10 – сепаратор-сливкоотделитель; 12 – пленочная вакуум-выпарная установка; 13 – автомат для упаковки в пакеты; 14, 16 – упаковка тары; 17 – распылительная сушилка; 18 – циклоны; 19 – циклон разгрузочный; 21 – гомогенизатор; 23 – подогреватели вакуум-выпарной установки*

подогревом острым паром до 140 °С и последующим охлаждением в самоиспарителе. Нормализованная смесь, подвергнутая тепловой обработке, подсгущается в первых двух корпусах вакуум-выпарной установки и с массовой долей сухих веществ 46–50% из калоризатора третьего корпуса направляется на гомогенизацию при температуре 45–60 °С и давлении 10–15 МПа в одноступенчатом аппарате, а в двухступенчатом – при давлении P_1 = 11,5–12,5 МПа и P_2 = 2,5–3,0 МПа. Гомогенизация обеспечивает уменьшение свободного поверхностного жира в готовом продукте в 2–3 раза. В сушильной камере распылительной сушилки (одностадийная сушка) подсгущенная и гомогенизированная нормализованная смесь высушивается воздухом (165–180 °С или 140–170 °С, в зависимости от вида сушилки). Частицы продукта со дна камеры через вибролоток попадают в систему пневмотранспорта. Мелкие частицы продукта выводятся из камеры вместе с отработанным воздухом (65–85 °С) в батарею циклонов, где из него выделяются частицы порошка размером более 10 мкм. Эффективность циклонной очистки составляет 95,0–97,4%. Частицы продукта, накапливаемые в циклонах, направляются в общую пневмотранспортную линию, подающую готовый продукт в разгрузочный циклон. При подаче в разгрузочный циклон продукт охлаждается на 10–15 °С ниже температуры засасываемого из цеха воздуха. Из разгрузочного циклона продукт направляется в бункер-накопитель, а оттуда – на фасование в потребительскую (пакеты с вкладышами из воздухо- и влагонепроницаемого материала) или транспортную (бумажные мешки, бочки, фанерные барабаны с вкладышами из полиэтилена) тару. Ангидридное состояние лактозы в продукте придает ему свойство высокой гигроскопичности, поэтому при фасовании необходимо обеспечить герметичность укупоривания.

Формирование состава и свойств сухого цельного молока происходит в две ступени. На 1-й при сгущении массовая доля сухих веществ увеличивается с 11,5 до 48–50%, а на 2-й (в процессе сушки) – с 48–50 до 96%. На 1-й ступени происходит увеличение кислотности с 18–20 до 70–80 °Т, вязкости от 2 до 120 Па·с, плотности от 1028 до 1130–1140 кг/м^3. При температуре выпаривания продукт текуч. В процессе сушки сгущенная нормализованная смесь переходит в сухое состояние, характеризующееся сыпучестью.

Молоко сухое «Домашнее»

Ассортимент сухого цельного молока постоянно изменяется в направлении уменьшения в продукте доли жира на единицу СОМО. Одним из таких продуктов является сухое молоко «Домашнее», в котором массовая доля жира должна быть не менее 15%. Продукт вырабатывается по

технологии сухого цельного молока. Для нормализации цельного молока всегда требуется и используется обезжиренное молоко или пахта. Для производства цельномолочных продуктов используют сухие продукты. При разведении сухого молока «Домашнее» в 9,4–9,5 раз без какой-либо нормализации обеспечивается получение смесей жирностью 1,7%.

Сливки сухие

Сухие сливки вырабатывают путем высушивания подвергнутых тепловой обработке с последующим выпариванием смесей цельного молока и сливок; допускается использовать пахту. При массовой доле жира в продукте не менее 42,0% плановое отношение $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ составляет 0,8055. По органолептическим, физико-химическим и микробиологическим (общее количество микроорганизмов в 1 г продукта) показателям установлены требования для высшего и первого сортов. В целях обеспечения термоустойчивости кислотность должна быть не более 20 °Т в исходном молоке цельном, 24 °Т – в плазме сливок и 20 °Т – в пахте. Продукт вырабатывают по технологии сухого цельного молока. Для первого способа составления нормализованных смесей массу сливок рассчитывают по формуле (1). Перед выпариванием нормализованные смеси подвергают тепловой обработке при температуре 90 °С без выдержки, после чего выпаривают до массовой доли сухих веществ 42–46%. Гомогенизацию сгущенной нормализованной смеси ведут при температуре 55–60 °С и давлении 5–6 МПа. Для того, чтобы предупредить повышение вязкости сгущенной гомогенизированной нормализованной смеси, хранить ее до подачи на сушку можно не более 1 ч. Сушат смесь, в зависимости от способа, с соблюдением режимов согласно паспортным данным на сушилку. Охлаждение продукта производят до 15–20 °С, фасование – в потребительскую тару.

Сливки высокожирные сухие

В отличие от сухих сливок, массовая доля жира в этом продукте не менее 75%. По структуре сухие высокожирные сливки – это шарообразные частицы диаметром 15–45 мкм, покрытые белковой оболочкой, предохраняющей жир от вытапливания. Исходное сырье – высокожирные сливки (кислотность плазмы не более 21,5 °Т), которые нормализуют цельным или обезжиренным молоком:

$$m_м = (Ж_{сл} - СОМО_{сл}О_р)\, m_{сл} / (СОМО_м О_р - Ж_м);$$

$$m_{об} = (Ж_{сл} - СОМО_{сл}О_р)\, m_{сл} / (СОМО_{об} О_р - Ж_{об}).$$

Тепловую обработку нормализованных смесей ведут при температуре 95–97 °С без выдержки. Смесь сгущают до массовой доли сухих веществ 45–50%, гомогенизируют при давлении 5–6 МПа, после чего су-

шат на распылительных сушилках горячим воздухом (температура поступающего воздуха 140–160 °С, отработанного – 75–80 °С). Жировые частицы сухих высокожирных сливок в горячем состоянии слипаются в комки, поэтому уборочный механизм в процессе сушки выключают. Продукт выгружают периодически после окончания сушки, включая скребки и шнек уборочного механизма, фасуют в потребительскую (мешки массой нетто 900 или 450 г) или транспортную (бочки, бумажные мешки с вкладышами из полиэтилена) тару.

Продукты молочные сухие с растительными компонентами

Замена части сухих веществ молока компонентами растительного происхождения используется при производстве сухого молока с растительным маслом, сухого молока с гидрожиром и сухого молока с солодовым экстрактом. При общей массовой доле жира в сухом молоке с растительным маслом не менее 15% половину его составляет растительное масло. На замене всего молочного жира гидрожиром, при массовой доле последнего не менее 25%, с использованием обезжиренного молока основано производство сухого молока с гидрожиром. При производстве сухого молока с солодовым экстрактом частично заменяется СОМО на сухой остаток солодового экстракта при массовой доле жира в продукте не менее 12%. Кислотность продуктов, соответственно, не должна быть более 21, 23 и 20 °Т, а индекс растворимости – не более 0,4; 0,4 и 0,8 $см^3$ сырого осадка.

По общим технологическим операциям эти продукты вырабатывают по технологии сухого цельного молока.

При производстве сухого молока с растительным маслом сгущенную нормализованную смесь с массовой долей сухих веществ 43–48% смешивают с рассчитанной массой растительного масла, подогретого до температуры 55–60 °С. Смесь гомогенизируют при давлении 10 или 12,5 МПа (1 ступень) и 2,5 МПа (2 ступень) и направляют на сушку.

Для сухого молока с гидрожиром рассчитанную массу гидрожира, подогретого до температуры 61–65 °С, смешивают с частью обезжиренного молока для получения смеси с массовой долей жира 12–16%. В целях эмульгирования жира полученную смесь гомогенизируют при температуре 60–80 °С. При жирности эмульсии 12–16% применяют одноступенчатую гомогенизацию с давлением 8–10 МПа, а при жирности 30% – двухступенчатую с давлением 8–10 МПа (1 ступень) и 2–3 МПа (2 ступень).

Гомогенизированную эмульсию смешивают с обезжиренным молоком до получения требуемой массовой доли жира в смеси, подвергают

тепловой обработке (80–85 °С без выдержки), сгущению до 42–48% сухих веществ и сушке в распылительных сушилках согласно установленным режимам.

Продукты кисломолочные сухие

В целях расширения ассортимента стойких в хранении, биологически ценных сухих кисломолочных продуктов, по основному составу не отличающихся от цельного сухого молока, в промышленности вырабатывают: сухую простоквашу, сухую диетическую простоквашу, сухое ацидофильное молоко. Вид продукта определяется составом микрофлоры. Для перечисленных трех продуктов одинаковыми являются: нормируемая величина отношения $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$, равная 0,368; температура тепловой обработки нормализованных смесей перед сгущением не менее 90 °С без выдержки; массовая доля сухих веществ сгущенной нормализованной смеси 43–52%; давление гомогенизации 10–15 МПа; в процессе сушки температура поступающего воздуха 135–145 °С и отработанного – 60–65 °С. По дозе используемых заквасок к массе нормализованной смеси продукты различаются. Она составляет (в %): для сухой обычной простокваши – 5, сухой диетической простокваши – 15–20, сухого ацидофильного молока – 10–20.

Состав закваски для сухой обычной простокваши – болгарская палочка, термофильный стрептококк; для сухой диетической простокваши – ацидофильная палочка, термофильный стрептококк, негемолитический стрептококк, стрептобактерии; сухого ацидофильного молока – ацидофильная палочка. Кислотность заквасок – в пределах 80–130 °Т. Закваску вносят в сгущенную нормализованную смесь по выходе ее из вакуум-выпарной установки при температурах: 40–45 °С – для сухой обычной простокваши; 37 °С – для сухой диетической простокваши и сухого ацидофильного молока. Режимы сушки сухих кисломолочных продуктов установлены более мягкие. Готовый продукт фасуют в металлические или комбинированные банки. Способ употребления – в сквашенном после восстановления виде или непосредственно после восстановления (сухая диетическая простокваша). Продолжительность сквашивания восстановленных продуктов – не более 7 ч при температуре 37–40 °С.

Продукты кисломолочные сублимационной сушки представляют собой сухие порошки из мелких частиц разной формы и размеров, полученные высушиванием методом сублимации жидких кисломолочных продуктов – ацидофильной пасты двух видов, йогурта трех видов и мечниковской простокваши.

Продукты молочные сухие повышенной растворимости

Эти продукты получают высушиванием предварительно подвергнутых тепловой обработке сгущенных нормализованных смесей на распылительных сушилках с последующей агломерацией частиц и их досушиванием. Повышенная растворимость быстровостанавливаемого молока обеспечивается с помощью эмульгаторов – ПАВ (метарина, пищевых соевых фосфатидных концентратов). Основные продукты – сухое молоко «Смоленское», сухое цельное быстровостанавливаемое и сухое быстровостанавливаемое молоко 15%-ной жирности, сухое молоко повышенной насыпной массы.

Сухое молоко «Смоленское» по составу не отличается от сухого молока «Домашнего». Из показателей свойств в сухом молоке «Смоленском» дополнительно нормируется относительная скорость растворения (не менее 30%). До сушки технология продукта не отличается от технологии сухого молока «Домашнего». Особенности технологии заключаются в следующем. Тепловая обработка нормализованных смесей при 100–110 °С, сгущение до 45–55% при следующих температурах, по корпусам: в первом – от 67 до 71 °С, во втором – от 63 до 67 °С, в третьем – от 50 до 54 °С, в четвертом – от 40 до 44 °С, в пятом – от 40 до 44 °С. Гомогенизация в две ступени с давлением 10–15 МПа (1-я ступень) и 2–5 МПа (2-я ступень).

Сушка продукта осуществляется в две стадии. Первая стадия – в распылительных сушилках при температуре поступающего воздуха 165–175 °С, отработанного от 65 до 80 °С. Для обеспечения агломерирования частиц на второй стадии сушки продукт на первой стадии высушивается до массовой доли влаги 5–8%. Вторая стадия сушки – в вибрационно-конвективной сушилке (инстантайзере) воздухом с температурой: первая секция – 65–80 °С, вторая – от 100 до 110 °С. В третьей секции продукт охлаждается воздухом с температурой 6–12 °С. В первой секции происходит агломерирование частиц, во второй – досушивание агломератов до заданной конечной влажности, в третьей – охлаждение до температуры не более 25 °С. Охлажденный продукт просеивается на вибрационном сите и для накопления перед фасованием направляется в бункер промежуточного хранения. Продукт фасуют как в потребительскую (картонные коробки, жестяные банки, комбинированные банки), так и транспортную (бумажные мешки с вкладышами из полиэтилена) тару.

Молоко сухое быстровосстанавливаемое

По составу продукт не отличается от обычного сухого цельного молока. По структуре – это агломераты частиц, которые легко смачиваются и быстро растворяются, что обеспечивается развитой системой микро- и

макропор, через которые вода проникает внутрь частиц. Относительная скорость растворения обычного сухого цельного молока при этом увеличивается с 15–25 до 60%. Смачиваемость как время перехода составных частей порошка в раствор для обычного сухого молока составляет 1 мин, для быстрорастворимого – от 5 до 7 с. Улучшение смачиваемости достигается с помощью поверхностно-активных веществ (метарина, пищевых соевых фосфатидных концентратов). Эти вещества (ПАВ), взаимодействуя с жировой фазой, образуют на поверхности частиц структурированные адсорбционные слои, обладающие гидрофильностью и снижающие поверхностное натяжение на границе вода – сухое молоко. При этом соединение жировых шариков затрудняется. Агломераты достигают 250 мкм и более, объемная масса продукта 350–450 кг/м^3.

Для сухого цельного быстровостанавливаемого молока установлены в основном те же нормы физико-химических, органолептических и микробиологических показателей, что и для сухого цельного молока высшего сорта. Дополнительно в продукте нормируется относительная скорость растворения не менее 60%.

Технологический процесс на стадии выполнения общих технологических операций не отличается от принятого для обычного сухого цельного молока. Отличие начинается с процесса сушки.

Для сушки используется модернизированная сушилка, предназначенная для выработки агломерированного молока (сухое молоко «Смоленское»). Процесс сушки сгущенной гомогенизированной нормализованной смеси на модернизированной линии показан на рис. 14.2. Сущность технологии: первая стадия сушки в прямоточной распылительной сушилке до массовой доли влаги в продукте 5–8%, поступающий воздух – 145–175 °С, отработанный – от 62 до 75 °С. Вторая стадия – подача недосушенного продукта в агломерационную камеру вибрационно-конвективной сушилки, где в целях снижения содержания свободного поверхностного жира происходит увлажнение псевдоожиженного слоя частиц молочного порошка обезжиренным молоком или пахтой, подаваемыми с помощью пневматических форсунок.

Аэрозольтранспортом в агломерационную камеру направляется и циклонная фракция продукта. С помощью узла напыления частицы циклонной фракции напыляются на увлажненный псевдоожиженный слой частиц продукта. С помощью регулируемой заслонки высота псевдоожиженного слоя поддерживается на уровне 0,1–0,2 м. Агломераты влажного порошка для досушивания направляются в первую вибрационно-конвективную сушилку. Досушивание порошка проводится в псевдоожиженном слое.

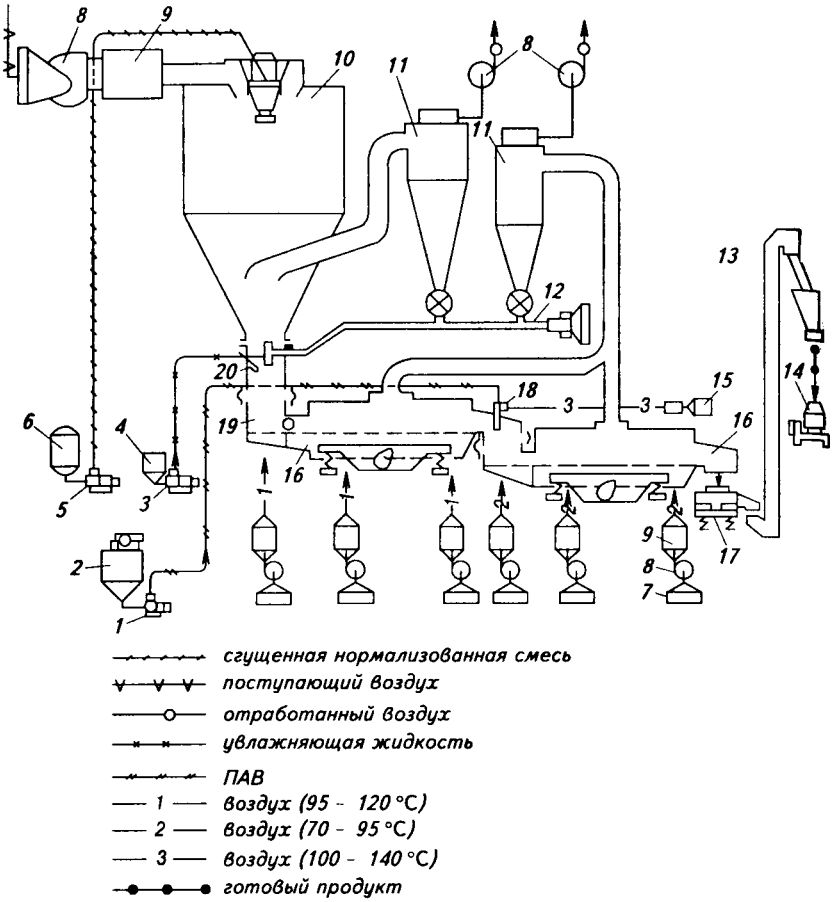


Рис. 14.2. Схема установки для получения сухого быстровосстанавливаемого молока:

1, 3, 5 – насосы, соответственно, для подачи ПАВ, увлажняющей жидкости, сгущенной нормализованной смеси; 2, 4, 6 – емкости для ПАВ, увлажняющей жидкости, сгущенной нормализованной смеси; 7 – фильтры; 8 – вентиляторы; 9 – калориферы; 10 – распылительная сушилка; 11 – циклоны; 12 – система возврата циклонных фракций; 13 – ковшовый элеватор; 14 – контейнер; электрокалорифер; 16 – вибрационные конвективные сушилки; 17 – виброситы; 18 – узел напыления ПАВ; 19 – агломерационная камера; 20 – узел распыления увлажняющей жидкости

В месте соединения первой конвективной сушилки со второй с помощью специального узла вносят смесь ПАВ и молочного жира (пищевые соевые фосфатидные концентраты и топленое масло), имеющую температуру 70–60 °С. Тремя форсунками эта смесь напыляется на частицы молочного порошка воздухом с температурой 100–140 °С. Равномерность напыления обеспечивается при скорости движения воздуха в месте напыления около 0,5 м/с. Высокая относительная скорость растворения достигается в том случае, если массовая доля влаги в продукте в момент внесения ПАВ составляет 5,5%, продолжительность обработки не превышает 5–7 мин, доза ПАВ – 0,5%. Высушенный и просеянный на вибросите продукт направляется в контейнеры промежуточного хранения, откуда при фасовании он высыпается в бункер фасовочного автомата, что позволяет полнее сохранить агломерированную структуру продукта. Для того, чтобы жир во время хранения продукта не окислялся, его фасуют в среде азота в картонные пачки с вкладышами из влаго- и воздухонепроницаемого комбинированного полимерного материала.

По технологической схеме сухого цельного быстровостанавливаемого молока вырабатывается также сухое быстровостанавливаемое молоко 15%-ной жирности.

Смеси многокомпонентные сухие

Сухие многокомпонентные смеси (смеси сухие для различных видов мороженого, смеси сухие для пудинга) представляют собой молочные порошки, получаемые высушиванием на распылительных сушилках. Смеси, приготовленные из свежего цельного и обезжиренного молока, сливок, сахара, стабилизаторов и наполнителей, после их сгущения выпариванием подвергают тепловой обработке и направляют на сушку. Сухие многокомпонентные смеси можно получить смешиванием сухой молочной основы с сахарной пудрой. По составу смеси характеризуются большой массовой долей сухого вещества (96%), представленного молочным жиром, СОМО, сахарозой, крахмалом и для смесей с наполнителями – сухими веществами какао, сухими экстрактивными веществами кофе. Крахмал используется в качестве стабилизатора или наполнителя. Общим для смесей, за исключением продуктов с использованием набухающего крахмала, является требование к растворимости, которая по индексу должна быть не более 0,7 $см^3$ сырого осадка. Растворение смесей в холодной воде обеспечивается внесением фосфатов или цитратов натрия. Кислотность смесей в восстановленном виде должна быть не более 24 °Т (сливочно-белковых – не более 29 °Т) .

По структуре сухие смеси для мороженого – это мелкий или мелкозернистый порошок. По сравнению с сухим цельным молоком частицы

продукта крупнее. Массовая доля воздуха от 10 до 24%, объемная масса от 500 до 300 кг/м^3.

По основным физико-химическим показателям сухие смеси для мороженого должны отвечать требованиям, приведенным в табл. 14.1.

Сухие смеси для мороженого и пудинга вырабатывают по технологии сухого цельного молока. Особенности технологии заключаются в приготовлении добавок и смешивании их с нормализованной смесью или с сухой молочной основой. Режим тепловой обработки нормализованных смесей перед выпариванием – 90–97 °С без выдержки – обеспечивает необходимую эффективность воздействия на микрофлору и ферменты.

Нормализованные смеси смешивают с сахарным сиропом в процессе выпаривания в вакуум-выпарной установке или после их раздельного сгущения. В первом варианте сгущение проводится до 46–48% сухих веществ, во втором – до 36–37%. При смешивании компонентов в сухом виде (сухая молочная основа и сахарная пудра) нормализованные смеси сгущаются без сахара до 40–43% сухих веществ.

Улучшение консистенции мороженого обеспечивается внесением перед сгущением фосфатов или цитратов натрия (0,4% массы сухой смеси). Требования к сахару и технология приготовления сахарного сиропа – те же, что и в производстве сгущенных молочных консервов с сахаром. Отдельно при температуре 95 °С в течение 10 мин частью нормализованной смеси заваривают модифицированный картофельный или кукурузный крахмал (при производстве смеси для пудинга – крахмал кукурузный окисленный), после чего его смешивают со всей сгущенной нормализованной смесью. Наполнители (какао, кофе, агар или агароид) готовят в соответствии с технологической инструкцией. Общую смесь

14.1. Массовая доля компонентов сухих смесей для мороженого, %

Мороженое	Влага, не более	Жир, не менее	Сахароза, не менее
Пломбир «Домашний»	4,0	41,7	31,1
Сливочное	4,0	27,0	38,9
Сливочно-белковое	4,0	22,0	38,0
Сливочно-шоколадное	4,0	25,9	36,2
Сливочно-кофейное	4,0	26,6	37,1
Молочное	4,0	11,0	48,9
Молочное повышенной жирности	4,0	15,3	45,8

гомогенизируют при температуре 55–60 °С и давлении 5–6 МПа – для сухих смесей мороженого, и 2–3 МПа – для сухих смесей пудинга.

Для повышения стойкости продуктов перед гомогенизацией в общую смесь вносят аскорбиновую кислоту (0,1% массы жира). В смесь для пудинга вносят ванилин. Исключением выдержки сгущенной смеси перед сушкой и поддержанием в ней температуры не менее 50 °С обеспечивается ее требуемая вязкость. Смеси сушат на распылительных сушилках в одну стадию, температура поступающего воздуха – 150–155 °С, отработанного – 70–80 °С. Высушенные смеси охлаждают и фасуют при соблюдении герметизации укупоривания в транспортную и потребительскую тару (смесь для пломбира «Домашний» – только в потребительскую).

Глава 15. Стойкость продуктов консервирования молока

Факторы, влияющие на изменение качества молочных консервов

Под стойкостью понимается способность продуктов консервирования молока сохраняться без изменений исходного качества в течение длительного времени. Неизменность исходного качества устанавливается и подтверждается результатами его оценки по общим и дополнительным органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям, предусмотренным стандартами. К общим для всех продуктов показателям относят вкус, запах, консистенцию, цвет, массовые доли влаги, жира, солей тяжелых металлов, кислотность, общее содержание микроорганизмов в 1 г продукта, содержание бактерий группы кишечной палочки, патогенных микроорганизмов. К дополнительным показателям относят массовые доли сахарозы, сухих веществ, белка, лактозы, чистоту, вязкость, число пригорелых частиц, относительную скорость растворения, линейные размеры кристаллов лактозы, массовую долю ПАВ.

Сроки хранения при неизменности качества продуктов зависят от: температуры, относительной влажности воздуха и упаковки. Исходя из того или иного комплекса условий, устанавливают гарантийные сроки хранения. Для сгущенного молока с сахаром, сгущенного и концентрированного стерилизованного молока гарантируется хранение без изменения исходного качества в норме стандартных требований в течение 12 месяцев при обязательном соблюдении температуры хранения от 0 до 10 °С, относительной влажности воздуха не более 85% и герметической упаковки продуктов. При тех же условиях хранения неизменность качества сухого цельного молока гарантируется уже в течение 8 месяцев, а при негерметической упаковке – только в течение 3 месяцев. Гарантийные сроки и условия хранения для других продуктов консервирования молока нормируют с учетом особенностей их состава, технологии и упаковки.

Условием, обеспечивающим стойкость продуктов, является предупреждение изменений качества, которые характеризуются определенными физическими, биохимическими, химическими и микробиологическими показателями. Для сгущенных молочных консервов с сахаром эти изменения характеризуются как отстой белково-жирового слоя, расслоение, образование осадка лактозы, мучнистость, песчанистость, выпадение кристаллов сахарозы, загустевание, ложный бомбаж, «хлопающие концы» банок (физические); салистость, прогоркание, нечистый вкус, потемнение продукта, слабый кормовой привкус (биохимические и химические); загустевание, появление плесени, образование «пуго-

вицы», нечистый вкус, бомбаж (микробиологические). В сгущенных стерилизованных молочных консервах – отстой белково-жирового слоя, гелеобразование, ложный бомбаж, «хлопающие концы» банок (физические); нечистый вкус, потемнение, карамелизация (биохимические и химические); загустевание, свертывание, бомбаж (микробиологические). В сухих молочных консервах – попадание пригорелых частиц, комкование (физические); потемнение, осаливание, прогоркание, затхлый привкус, нечистый привкус (биохимические и химические); нечистый вкус (микробиологические).

На рассмотренные изменения качества и обусловленную ими стойкость продуктов консервирования молока влияют их состав и свойства, соблюдение режимов и параметров технологии, а также условий хранения. Из показателей состава и свойств в зависимости от сезона года, периода лактации, типа кормления и условий содержания наиболее заметно изменяются массовая доля и степень дисперсности ККФК, массовые доли и соотношения минеральных веществ, состав и соотношения фракций казеина и сывороточных белков, липиды и витамины. Эти изменения в большинстве случаев не оказывают существенного влияния на пригодность молока для консервирования. Лишь в отдельных случаях происходит снижение термоустойчивости молока, повышение вязкости сгущенных молочных продуктов, снижение стойкости молочного жира.

Такие технологические факторы, как нарушение режимов тепловой обработки сырья перед выпариванием, вынужденная выдержка нормализованной смеси при температуре тепловой обработки, нарушение температур выпаривания, стерилизации, сушки, охлаждения сгущенных с сахаром и высушенных продуктов, несоблюдение режимов хранения сахара-песка, вторичное бактериальное обсеменение по ходу технологического процесса и при фасовании продукта, негерметичное укупоривание тары также могут сопровождаться теми или иными изменениями качества продукта.

Несоблюдение установленных условий хранения, главным образом температуры, приводит к существенным изменениям качества продукта и даже к его порче. В результате многочисленных исследований установлено, что оптимальным для всех молочных консервов является хранение при температуре 5–10 °С. В этих условиях продукт сохраняет свое исходное качество в течение всего срока гарантийного хранения.

Изменение качества молочных консервов

Те или иные изменения качества продуктов консервирования молока цельного, независимо от причины их возникновения, проявляются в процессе хранения продукта. Кроме того, изменения качества специ-

фичны и обусловлены способом консервирования. Поэтому рассматривать их необходимо отдельно для сгущенных молочных консервов с сахаром, сгущенных стерилизованных и сухих продуктов.

Сгущенные молочные консервы с сахаром. *Загустевание* характеризуется заметным увеличением вязкости, вплоть до утраты текучести, и является следствием изменения состава молока, нарушения режимов тепловой обработки нормализованных смесей, выработки продуктов со стандартными, но невысокими показателями массовых долей влаги и повышенных температур хранения. Загустевание практически не связано с микробиологическими процессами. Остаточная микрофлора продуктов неспособна к активным ферментативным процессам. Выработка продуктов с массовой долей влаги, близкой к верхней стандартной границе, соблюдение требований в отношении тепловой обработки нормализованных смесей перед выпариванием, внесение солей-стабилизаторов позволяют предупредить рассматриваемое изменение качества.

Расслоение с отстаиванием белково-жирового слоя и выпадением в осадок кристаллов лактозы является следствием невысоких показателей вязкости (менее 2–2,5 Па·с). Этот процесс наблюдается в осенне-зимний период, предупреждается гомогенизацией нормализованных смесей и выработкой продуктов с более высокой массовой долей СОМО. При невысокой вязкости выпадают в осадок даже кристаллы лактозы с размерами менее 10 мкм. Если изменения технологии сгущенного молока с сахаром обеспечивают вязкость 3,5–4 Па·с, размеры кристаллов лактозы составляют не более 10 мкм, увеличение вязкости при хранении в 1,2–1,5 раза, то в гарантийные сроки хранения в продукте не происходит визуально наблюдаемого отстаивания белково-жирового слоя.

В результате нарушения режима охлаждения продуктов в вакуум-охладителе кристаллы лактозы достигают размеров более 11 и даже 25 мкм. К таким же изменениям приводит применение затравки с частицами размером более 5 мкм и с массовой долей белка, значительно превышающей норму. Рассматриваемое изменение предупреждается при соблюдении установленного режима одноступенчатого охлаждения продукта в вакуум-охладителе и использовании в качестве затравки мелкокристаллической рафинированной лактозы, отвечающей требованиям стандарта.

Выпадение кристаллов сахарозы является следствием кристаллизации сахарозы, выпадающей в виде одиночных кристаллов (0,5 мм), когда массовая доля ее в водной части продукта превышает 64,5% и хранение его осуществляется при температурах, близких к 0 °С. Исключается такое изменение выработкой продукта с массовой долей сахарозы в водной части продукта в пределах 62,5–63,5%.

Ложный бомбаж является следствием термического сжатия и расширения продукта в металлической банке. Мера предупреждения – исключение резких перепадов температуры в процессе хранения продукта.

Горьковатый или прогорклый вкус появляется вследствие липолиза жира при длительном резервировании молока в сыром виде.

Предупреждается термизацией молока и исключением условий вторичного бактериального обсеменения.

Нечистый вкус чаще всего возникает из-за протеолиза белков, предупреждается соблюдением режимов тепловой обработки молока и нормализованных смесей перед выпариванием.

Слабый кормовой привкус характеризуется как посторонний или как привкус сахарного сиропа. Наблюдается при использовании сахара-песка с массовой долей инвертного сахара более 1%, а также при консервировании молока с таким привкусом, обусловленным нелетучими кормовыми привкусами молока. Мерой предупреждения являются использование сахара-песка, полностью отвечающего требованиям стандарта, и повышение качества молока.

Потемнение продукта обусловлено образованием меланоидинов при температурах хранения более 20 °С, и особенно более 25 °С. При этом изменяется вкус, повышается вязкость. Порок можно исключить, строго соблюдая температурный режим хранения продукта.

Бомбаж сопровождается вздутием тары с продуктом в результате газообразования, возбудителями которого являются только осмофильные дрожжи, обладающие высокой ферментативной активностью. Источниками попадания дрожжей могут быть смывные воды, остатки продукта.

Плесневение и образование «пуговиц» являются следствием жизнедеятельности плесеней, и прежде всего шоколадно-коричневой плесени *Catenularia fuliginea*, которая обладает протеолитическими свойствами; в продукте отмечается сырный привкус. Одновременно повышается кислотность, продукт загустевает, изменяется вкус. Продукт портится. Осмофильные разновидности плесеней являются вторичной микрофлорой, попадают в продукт в результате нарушений санитарно-гигиенических условий по ходу технологического процесса. Основная мера предупреждения – исключение источников вторичного микробного обсеменения.

Сгущенные молочные консервы стерилизованные. *Отстаивание белково-жирового слоя* является следствием недостаточной эффективности гомогенизации. Если эффективность гомогенизации менее 95% , то отстаивание белково-жирового слоя визуально наблюдается через 2–3 мес. Мера предупреждения – не допускать эффективности гомогенизации менее 95%.

Гелеобразование характеризуется потерей нормальной текучести в результате тесного взаимодействия агломерированных частиц ККФК. Предупреждается встряхиванием банок с продуктом.

Свертывание проявляется в образовании сгустка, комочков, в отдельных случаях – с появлением кислого или горького привкусов из-за развития спорообразующих бактерий. Повышением режимов тепловой обработки по ходу процесса и внесением низина обеспечивается предупреждение такой порчи.

Потемнение обнаруживается при повышенных по сравнению с нормой температурах хранения, сопровождается несущественным увеличением вязкости, кислотности, изменением вкуса. Такое изменение не проявляется при соблюдении установленного температурного режима хранения.

Ложный бомбаж возникает по тем же причинам, что и в сгущенных молочных консервах с сахаром.

Бомбаж характеризуется вздутием банок с продуктом в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Продукт становится непригодным к употреблению. Мерой предупреждения является герметичность укупоривания банок с продуктом.

Сухие молочные консервы. Из-за нарушения температурного режима сушки в сухих молочных порошках можно обнаружить пригорелые частицы – мелкие коричневые или черные включения.

Комкование характеризуется образованием комочков или глыбок, которые не разрушаются при механическом воздействии. Причина – фасование продукта в неохлажденном виде. По выходе из сушилки сухой продукт необходимо охлаждать.

Осаливание обнаруживается в виде орехового, салистого, слабосалистого привкуса и запаха. Порок является следствием окисления молочного жира при хранении сырого молока и по ходу технологического процесса. Наличие свободного поверхностного жира способствует усилению этого изменения. При необходимости длительного резервирования исходного молока предупреждается тепловой обработкой, внесением антиокислителей и синергистов (кверцетин, аскорбиновая кислота, лаурилгаллат), гомогенизацией сгущенной нормализованной смеси и упаковыванием сухих молочных продуктов в среде азота.

Прогоркание проявляется как прогорклый, слабогорький или горький привкус испорченного ореха, обусловлено образованием альдегидов, кетонов (окисление непредельных жирных кислот). Меры предупреждения те же, что и при появлении осаливания.

Затхлый привкус является следствием увлажнения сухого продукта из-за негерметичности его упаковывания. При хранении в герметичной упаковке не обнаруживается.

Нечистый привкус характеризуется как привкус разложившегося белка и является следствием хранения продуктов с массовой долей влаги более 7% или фасования неохлажденного продукта. Предупреждается обязательным охлаждением сухого продукта сразу по выходе из сушилки и обеспечением герметичного укупоривания тары с продуктом.

Ухудшение смачиваемости, снижение скорости и полноты растворения проявляются при повышенных против нормы температурах хранения продуктов. Смачиваемость ухудшается из-за увлажнения продукта и увеличения количества свободного поверхностного жира. Скорость растворения снижается при механическом воздействии на продукт во время перемещения его по ходу технологического процесса. Полнота растворения уменьшается из-за длительного резервирования сгущенной нормализованной смеси перед сушкой.

Сухие молочные продукты будут более стойкими к вторичному бактериальному обсеменению, если выдерживаются влажностные и температурные параметры хранения. При повышенных температурах хранения интенсифицируются реакция меланоидинообразования и окислительные процессы. В результате продукты темнеют, появляются окисленный, карамельный привкусы.

Как видно, качество, стойкость молочных консервов зависят от условий хранения. Неизменность исходного качества сохраняется при строгом соблюдении условий хранения продуктов консервирования молока (главным образом, температуры).

Глава 16. Детские молочные продукты

Особенности детского питания. Характеристика используемого сырья

Для нормального роста и развития ребенка важно с первых дней жизни обеспечить его полноценным питанием. Искусственное вскармливание новорожденных заключает в себе много трудностей, так как их органы пищеварения еще несовершенны и лучше всего приспособлены для переваривания и усвоения женского молока. Материнское молоко в силу своих биологических особенностей является лучшей пищей для грудных детей. Оно содержит в оптимальных количествах не только все необходимые питательные вещества, но и иммунные тела, гормоны, ферменты, повышающие сопротивляемость ребенка к заболеваниям.

Ферменты амилаза и липаза молока отличаются большой активностью и дополняют действие ферментов пищеварительного тракта ребенка.

Основу большинства заменителей женского молока составляет коровье молоко. Оно, однако, весьма существенно отличается от женского молока по своему составу и свойствам. В коровьем молоке существенно выше, чем в женском, содержание белка, кальция, калия, натрия и других минеральных солей. В то же время уровень углеводов, ряда жирных кислот и витаминов в нем, напротив, ниже, чем в женском молоке. Поэтому для того, чтобы приблизить состав коровьего молока к составу женского молока или, иначе, адаптировать его состав к особенностям незрелого организма ребенка (отсюда и одно из названий заменителей женского молока – адаптированные молочные смеси), необходимо снизить содержание белка и солей, но повысить уровень углеводов (лактозы), некоторых витаминов, ферментов (лизоцимы) и жирных кислот.

Для искусственного или смешанного вскармливания применяют различные смеси. Основным требованием к продуктам детского питания является максимальное приближение их по химическому составу и свойствам к женскому молоку. С этой целью в коровьем молоке проводят радикальную коррекцию состава. Уменьшают массовые доли белка (до 1,5–2,0%) и минеральных веществ (до 0,2–0,3%), изменяют соотношение казеина и сывороточных белков, в составе липидной фракции увеличивают содержание незаменимых жирных кислот, корректируют углеводный, ферментный, иммунный состав.

Женское молоко называют альбуминным. Содержание сывороточных белков в нем равно или больше содержания казеина. Поэтому при свертывании женского молока образуется нежный хлопьевидный сгусток, легко усвояемый детским организмом. По массовой доле белков

(1,2%) и лактозы (6%) к женскому молоку приближается кобылье и ослиное (соответственно 1,7 и 1,9%; 6,5 и 6,2%), но оно значительно беднее жиром (2 и 1,4%, содержание жира в женском молоке – 3,5%).

Адаптация белкового компонента заключается во введении в продукт белков молочной сыворотки, которые, в отличие от казеина, преобладающего в коровьем молоке, образуют в желудке значительно более нежный и легче усваиваемый сгусток, а также обеспечивают значительно большее приближение аминокислотного состава смеси к аминокислотному составу женского молока. Все это обеспечивает существенно лучшую усвояемость белков адаптированных смесей по сравнению с белком коровьего молока и белком неадаптированных смесей.

Адаптация жирового компонента заключается в замене молочного жира частично или полностью смесью натуральных растительных масел (подсолнечного, кукурузного, соевого, кокосового, пальмового и др.). Это позволяет существенно повысить содержание в продукте незаменимых жирных кислот, уровень которых в коровьем молоке невелик, и обогатить его всеми необходимыми ребенку видами жирных кислот. Их пищевыми источниками служат разные природные растительные масла: для среднецепочечных жирных кислот кокосовое, для линолевой – подсолнечное и кукурузное, для линоленовой – соевое масло и т. д. Тем самым обеспечивается приближение состава жирных кислот молочной смеси к составу жирных кислот женского молока и снабжение ребенка всеми незаменимыми жирными кислотами, крайне необходимыми для его нормального роста и развития, в том числе для правильного формирования центральной нервной системы и оранов зрения.

Для улучшения усвоения жира в молочную смесь вводят небольшие количества природных эмульгаторов (лецитина, моно- и диглицеридов), которые способствуют лучшему «растворению» жиров в просвете кишечника, а также карнитин – витаминоподобное соединение, улучшающее окисление жиров в клетках органов и тканей младенцев.

В отличие от коровьего, в женском молоке содержится углевод лактулоза, активизирующий рост бифидобактерий, которые являются основной микрофлорой кишечника ребенка. С целью адаптации углеводного компонента молочной смеси в нее добавляют лактозу, уровень которой в коровьем молоке значительно ниже, чем в женском. Нередко лактозу сочетают с другим углеводом – декстрин-мальтозой (или, иначе, мальтодекстрином) – продукт частичного расщепления крахмала. Декстринмальтоза, так же, как и крахмал, является полимером глюкозы, но значительно меньших «размеров», чем крахмал. В силу этого она значительно легче, чем крахмал, переваривается и всасывается младенцами даже первых дней жизни. В то же время она усваивается медленнее, чем

лактоза, что обеспечивает более длительную насыщаемость детей и возможность удлинения интервалов между кормлениями. Вместо декстринмальтозы в смесь могут вводиться солодовый экстракт (богатый декстринмальтозой), глюкозный сироп, кукурузная и другие виды патоки, содержащие декстринмальтозу.

Адаптированные смеси содержат все витамины, минеральные соли и микроэлементы, необходимые для нормального роста и развития детей, причем их соотношение сбалансировано и обеспечивает максимальное усвоение организмом. Большинство адаптированных заменителей женского молока содержат также таурин – серосодержащую аминокислоту, не входящую в состав белков, а присутствующую в женском молоке в свободном виде. Таурин необходим в первые месяцы жизни для построения сетчатки глаза, тканей головного мозга, переваривания и усваивания младенцами жиров. Поскольку коровье молоко, в отличие от женского, содержит мало таурина, его добавляют в адаптированные смеси.

Частично адаптированные смеси так же, как и адаптированные смеси, описанные выше, приближены к составу женского молока, но в них отсутствует деминерализованная молочная сыворотка, неполностью сбалансирован жирнокислотный состав, в качестве углеводного компонента используется не только лактоза, но и сахароза и крахмал.

Эти смеси, по существу, представляют собой разновидность частично адаптированных заменителей женского молока. Они производятся из сухого цельного молока (как правило, без добавления молочной сыворотки), содержат крахмал и сахарозу, не содержат таурин. Содержание в них белка и энергетическая ценность значительно выше, чем в адаптированных заменителях женского молока, что соответствует возросшим потребностям детей второго полугодия в энергии и пищевых веществах.

Все современные заменители женского молока относятся к числу инстантных продуктов. Для их использования в питании детей необходимо только смешать строго определенное количество сухого порошка с предварительно вскипяченной теплой (50–60 °С) водой и тщательно перемешать, не допуская наличия комков.

Необходимо также регулировать буферную емкость в детских молочных смесях и приближать ее к женскому молоку. Для снижения буферной емкости детских молочных смесей их изготовление следует проводить на обессоленных (на 50%) обезжиренном молоке и сыворотке, полученной методом ультрафильтрации и электродиализа, с коррекцией белкового состава.

В соответствии с назначением и требованиями к стойкости детские молочные продукты подразделяют на следующие виды: жидкие стерилизованные адаптированные («Молочко», «Агуша», «Тема», «Малют-

ка»), кисломолочные адаптированные («Продукт кисломолочный», «Агуша кисломолочный»), частично адаптированные стерилизованные смеси («Малыш») и кисломолочные смеси («Бифилин», «Ацидофильная Малютка», «Биолакт»). Неадаптированные продукты – стерилизованное витаминизированное молоко, кисломолочные продукты («Кефир детский», «Бификефир») и пастообразные – детский творог с массовой долей жира от 15 до 5% и различными наполнителями. Сухие продукты – сухие молочные адаптированные смеси «Малютка», «Нутрилак», «Бебилак», «Винни», частично адаптированные – «Малыш», смесь молочная сухая «Детолакт». Неадаптированные – сухое молоко «Виталакт», сухое гуманизированное молоко «Ладушка»; каши молочные сухие для детей старше 4–6 месяцев («Малышка», «Винни», каши фирмы «Хайнц»), диетические и лечебные продукты – «Лактанал», «Унипит-ДЦ», «Унипит-1», «Унипит-2», сухие ацидофильные смеси «Росток», сухие молочные смеси «Энпиты», «Низколактозное молоко».

При производстве продуктов для детского питания используют:

• Коровье молоко, предназначенное для производства продуктов детского питания и отвечающее следующим требованиям:

– молоко высшего сорта;
– массовая доля жира 3,4–4,0% ;
– температура приемки не выше 10 °С (от отдельных хозяйств может быть 25 °С);
– кислотность не выше 19 °Т;
– плотность не менее 1027 кг/м^3;
– содержание белка в молоке не менее 2,8%;
– выдерживает алкогольную пробу с 72%-ным этиловым спиртом;
– молоко не содержит антибиотиков и химических добавок;
– молоко от здоровых коров;
– молоко соответствует нормам содержания солей тяжелых металлов и хлорсодержащих пестицидов.

• Молоко обезжиренное – кислотность не выше 19 °Т, термоустойчивость по алкогольной пробе не ниже 2-й группы (реакция с 72%-ным этиловым спиртом), полученное путем сепарирования молока, отвечающего требованиям, указанным выше.

• Сливки с массовой долей жира от 30 до 40%, кислотностью не более 15 °Т, термоустойчивостью по алкогольной пробе не ниже 2-й группы (реакция с 72%-ным этиловым спиртом), полученные путем сепарирования молока, отвечающего требованиям, указанным выше.

• Сухое обезжиренное молоко, выработанное из пастеризованного обезжиренного молока, с массовой долей влаги не более 5,0%, кислотностью не выше 19 °Т, чистотой не ниже 2-й группы.

Для изменения соотношения между сывороточными белками и казеином применяются следующие компоненты:

- сыворотка деминерализованная сухая, полученная методом электродиализа, с уровнем деминерализации 90%;
- сыворотка подсырная, отвечающая требованиям к сырью для производства детского питания;
- концентрат сывороточных белков, полученный методом диафильтрации или ультрафильтрации и электролиза.

Основные составные части сухого вещества молока корректируют с помощью растительного масла – кокосового, кукурузного, соевого, подсолнечного и концентрата среднецепочечных триглицеридов; углеводных добавок – молочного рафинированного сахара, рафинированного сахара-песка, солодового экстракта, кукурузного сиропа, глюкозофруктозного сиропа, муки для детского и диетического питания, овсяного толокна, кукурузного крахмала; белковых компонентов – изолятов соевого белка, казецита или копреципитата для детского питания, гидролизатов казеина; минеральных добавок.

Для получения стойких эмульсий жира в продуктах используют стабилизаторы и эмульгаторы (лецитин, пищевые фосфатиды, моноглицериды и др.).

Требуемая биологическая ценность продуктов обеспечивается использованием витаминов А, D_2, Е, С, РР, B_1, B_2, B_6, B_{12}, Р, холина. Для обогащения смесей защитными факторами используют бифидобактерии, ацидофильную палочку, лизоцим.

Жидкие стерилизованные продукты

Производство этих продуктов предусматривает общие технологические приемы: подогрев молока, его сепарирование, пастеризацию обезжиренного молока и сливок, их охлаждение до (4±2) °С и хранение. Пастеризация обезжиренного молока должна производиться при температуре (76±2) °С с выдержкой 20 с или при температуре (87±2) °С без выдержки. Пастеризация сливок – при температуре (88±3) °С. Нормализация молока должна осуществляться в емкостях путем смешивания заданного количества обезжиренного молока и сливок.

Срок хранения всех стерилизованных детских молочных продуктов – 30 дней.

Стерилизованный продукт «Молочко» представляет собой жидкий молочный продукт, вырабатываемый из смеси нормализованного молока и различных пищевых компонентов, подвергнутой гомогенизации и высокотемпературной обработке. Массовая доля жира – не менее 3,5%, массовая доля сухих веществ – не менее 12,6%, кислотность – не более

15 °Т, общее количество бактерий в 1 мл продукта – не более 100, бактерии кишечной палочки и патогенные не допускаются.

Подготовка компонентов проводится следующим образом.

Молочный сахар и декстринмальтозную патоку просеивают, растворяют в расчетном количестве питьевой воды, предварительно нагретой до температуры (87±2) °С, до получения раствора сахара концентрацией не более 15% .

Солодовый экстракт во флягах подогревают до температуры (55±5) °С. Жидкий солодовый экстракт с вязкостью 15000–20000 сантипуаз откачивают из фляг и смешивают с раствором молочного сахара и водой до получения раствора с массовой долей сухих веществ не более 15%. Раствор перемешивают не менее 15 мин и охлаждают до температуры 10 °С.

Концентрат сывороточных белков растворяют в питьевой воде, подогретой до температуры (38±2) °С, до получения раствора с массовой долей сухих веществ не более 15%. В течение (50±5) мин при температуре (10±2) °С происходит набухание белков.

Нормализованное молоко смешивают с профильтрованным раствором молочного сахара и солодового экстракта (декстринмальтозной патоки).

Раствор концентрата сывороточных белков перемешивают не менее 15 мин и через фильтр направляют в резервуар-смеситель для смешивания с нормализованным молоком и другими растворами. Туда же вносят приготовленные растворы водорастворимых витаминов, минеральных солей и необходимую расчетную массу воды. Перемешивание проводят не менее 30 мин.

Деаэрируют при вакууме не более 332 кПа, перед гомогенизацией в смесь в потоке вводят кукурузное или подсолнечное масло с жирорастворимыми витаминами, подогретое предварительно до температуры (70±5) °С.

Смесь гомогенизируют на двухступенчатом гомогенизаторе при давлении $(15\pm2)10^3$ кПа на первой ступени и $(5\pm2)10^3$ кПа – на второй, при температуре (70±5) °С.

Стерилизацию проводят при температуре (136±1) °С с выдержкой 5 с, охлаждают до температуры (4±2) °С.

Промежуточное хранение – в асептических емкостях, расфасовка продукта – в асептических условиях в тару емкостью 0,2 л.

Стерилизованные смеси «Малютка» и «Малыш» вырабатывают из коровьего молока, сливок, солодового экстракта (декстрин-мальтоза), свекловичного сахара, кукурузного масла, жиро- и водорастворимых витаминов, глицерофосфата железа, цитратов натрия и калия. Перечислен-

ное сырье относится в основном к смеси «Малютка». При изготовлении смеси «Малыш» используют то же сырье, кроме мальтозы, и дополнительно вводят муку для детского и диетического питания (гречневую, овсяную, рисовую).

Готовый продукт должен иметь массовую долю жира – не менее 3,5%, углеводов – 7 (лактозы – 2,6; сахарозы – 2,7; декстрин-мальтозы – 1,7), белка – 1,7–1,9 (смесь «Малютка» 1,8; в том числе сывороточных белков 0,36%); кислотность – не выше 15 °Т. Продолжительность свертывания сычужным ферментом составляет не менее 8 ч.

Из сливок и молока получают молочную смесь. Для смеси «Малютка» используют трехзамещенные лимоннокислые соли натрия и калия, для смеси «Малыш» их применяют только в том случае, если молоко не термоустойчиво. Затем вносят сыпучие компоненты в виде отфильтрованных растворов. Муку и сахар просеивают, растворяют и пастеризуют при 90–95 °С в течение 3–5 мин. Смесь с водорастворимыми компонентами нагревают до 75–85 °С и в нее вносят кукурузное масло с жирорастворимыми витаминами и соль, затем смесь гомогенизируют при давлении 20–25 МПа. Далее для смеси «Малыш» добавляют водную или молочную суспензию крахмала в соотношениях 1:1 – 1:3 (крахмал : молоко).

Готовую смесь стерилизуют при температуре 135–140 °С с выдержкой 2–4 с и разливают в асептических условиях.

Молоко детское стерилизованное витаминизированное представляет собой жидкий молочный продукт, вырабатываемый из смеси нормализованного молока и витаминов А и С, подвергнутой гомогенизации и высокотемпературной обработке. Массовая доля жира – не менее 3,2%, массовая доля сухих веществ – не менее 11,0%, кислотность – не более 20 °Т, общее количество бактерий в 1 мл продукта – не более 100, бактерии кишечной палочки и патогенные не допускаются.

После приготовления нормализованной смеси, как было описано ранее, следует приготовление эмульсии жирорастворимых и раствора водорастворимых витаминов.

Нагрев нормализованного молока – до температуры (80±5) °С, деаэрация – при вакууме 332 кПа. Необходимо предусмотреть возможность внесения в потоке солей-стабилизаторов. В молоко дозируются водо- и жирорастворимые витамины, гомогенизация проводится при давлении $(15\pm2)10^3$ кПа на первой ступени и $(5\pm2)10^3$ кПа на второй ступени при температуре (70±5) °С.

Стерилизация молока – при температуре (136±1) °С с выдержкой 5 с, охлаждение – до температуры 4 °С. Промежуточное хранение осуществляется в асептической емкости. Фасовка молока производится в асептических условиях в тару емкостью 0,2 л.

Кисломолочные детские продукты

Ацидофильные смеси «Малютка» и «Малыш» имеют следующий состав: массовая доля жира – 3,5% (в том числе растительного – 0,88); углеводов – 7,2 (в том числе лактозы – 4,1; декстрин-мальтозы – 0,4; сахарозы – 2,7%), по содержанию витаминов и минеральных веществ смеси не различаются. Отличием является нормирование декстрин-мальтозы (1,7%) в смеси «Малютка» и муки (1,7%) в смеси «Малыш», а также кислотности – соответственно не более 60–80 и 50–70 °Т. В обоих продуктах содержание клеток ацидофильных палочек в 1 мл – не менее 10^7, бактерии группы кишечной палочки не допускаются.

Технологический процесс заключается в приемке и подготовке сырья, компонентов (очистка, охлаждение, нормализация молока, приготовление растворов компонентов); тепловой обработке молочно-растительных сливок, обезжиренного молока и компонентов; заквашивании и сквашивании; внесении в сквашенную смесь молочно-растительных сливок, витаминов и глицерофосфата железа; охлаждении, розливе и укупоривании.

Принятое по качеству и учтенное по массе молоко после очистки и охлаждения нормализуют до массовой доли жира 4,4–4,5% для получения в готовом продукте не менее 3,5%. В нормализованное молоко при температуре 60 °С вносят кукурузное масло и жирорастворимые витамины, после чего сепарируют для получения обезжиренного молока и молочно-растительных сливок с жирорастворимыми витаминами. Молочно-растительные сливки гомогенизируют при давлении на 1 ступени 10 МПа и на 2 ступени 4 МПа, подвергают тепловой обработке при 90 °С с выдержкой 10 мин, охлаждают до 6 °С и хранят до использования. После тепловой обработки при 90 °С с выдержкой 2–3 мин или стерилизации при 135 °С с выдержкой 5 с в обезжиренное молоко вносят раствор компонентов, смесь при 90 °С выдерживают 10 мин и охлаждают до температуры заквашивания 37–40 °С. В смесь вносят закваску (1–3% специально подобранных чистых культур ацидофильной палочки). Сквашивание происходит при 37–40 °С в течение 3–4 ч до образования сгустка кислотностью 40–50 °Т. Далее смесь охлаждают до 15–20 °С. К этому моменту кислотность не должна превышать 50–60 °Т.

В сквашенную смесь вносят молочно-растительные сливки с жирорастворимыми витаминами, полученную смесь (кислотность 50–70 °Т) охлаждают до 6 °С, разливают в асептических условиях в стеклянные бутылочки, бумажные пакеты вместимостью 0,2 л. Хранение продукта – при температуре не выше 6 °С в течение не более 48 ч.

Смесь кисломолочная «Бифилин» вырабатывается из смеси молока, сливок и различных пищевых компонентов со сквашиванием бифи-

добактериями. Предназначена для лечебного питания детей с первых дней жизни до одного года как при естественном, так и при искусственном вскармливании. «Бифилин» имеет чистый кисломолочный вкус, сладковатый, с легким запахом и привкусом солодового экстракта. Продукт вырабатывается с массовой долей жира не менее 3,5%, массовой долей сухих веществ – не менее 11,0%, сахарозы – не менее 3,4%, кислотностью 50–60 °Т, наличие бактерий кишечной палочки и патогенных не допускается.

Подготовка компонентов: сахар-песок и декстринмальтозную патоку растворяют в питьевой воде, подогретой до температуры (87±2) °С, до получения раствора с массовой долей сухих веществ не более 15%.

Солодовый экстракт подогревают до температуры (55±5) °С и смешивают с сахарным сиропом и водой до получения раствора с массовой долей сухих веществ не более 15%. Раствор перемешивают не менее 15 мин и охлаждают до температуры 10 °С.

Нормализованное молоко смешивают с профильтрованным раствором солодового экстракта (декстринмальтозной патоки) и сахарного сиропа в резервуаре-смесителе. Туда же вносят приготовленные растворы водорастворимых витаминов, минеральных солей и необходимую расчетную массу воды.

Нормализованную смесь нагревают до температуры (80±5) °С, деаэрируют при вакууме не более 332 кПа.

В смесь в потоке вносят перед гомогенизацией кукурузное или подсолнечное масло, подогретое предварительно до температуры (70±5) °С, и жирорастворимые витамины.

Смесь гомогенизируют на двухступенчатом гомогенизаторе при давлении $(15\pm2)10^3$ кПа на первой ступени и $(5\pm2)10^3$ кПа на второй ступени при температуре (70±5) °С.

Вносяте в потоке лимоннокислые соли натрия и калия.

Стерилизацию смеси производят при температуре (136±1) °С с выдержкой 5 с, охлаждают до температуры заквашивания (42±2) °С и направляют в асептический резервуар.

Закваска, приготовленная на стерильном обезжиренном молоке, в количестве 5% вносится в асептических условиях.

Сквашивание смеси производится в асептических емкостях при температуре (38±1) °С в автоматическом режиме до образования сгустка кислотностью (45±5) °Т. Охлаждение кисломолочной смеси «Бифилин» до температуры (18±2) °С осуществляется в емкости в течение не более 2 ч с периодическим помешиванием. Окончательное охлаждение – до 4 °С. Общее время охлаждения смеси от 38 °С до 4 °С не должно превышать 4 ч.

Промежуточное хранение производится в асептических емкостях, затем смесь фасуют в асептических условиях в тару емкостью 0,2 л.

«Биолакт» – это биологически активный кисломолочный продукт, обогащенный витаминами и микроэлементами. Вырабатывается двух видов: «Биолакт» и «Биолакт-2», не отличающихся по массовым долям: сухих веществ – 16%; белка – 2,9–3,2; жира – 3,2; углеводов – 8,2–9,0, в том числе сахарозы – 4,0; органических кислот и золы – 1,1%. Кислотность продукта – 80–105 °Т. Бактерии группы кишечной палочки должны отсутствовать в 11 $см^3$ продукта. Используется молоко с кислотностью не более 19 °Т.

Технологический процесс включает приемку и подготовку сырья (очистку, приготовление сахарного сиропа, нормализацию), гомогенизацию, тепловую обработку, внесение микроэлементов и витамина РР, охлаждение молока, заквашивание и сквашивание, перемешивание и охлаждение сгустка, розлив, охлаждение и хранение продукта.

Смесь молока и сахара подогревают до 45 °С, очищают на сепараторе-молокоочистителе, гомогенизируют при давлении 17 МПа, подогревают до 90–92 °С.

В горячее молоко добавляют раствор микроэлементов (лактат железа, сульфат меди) и витамин РР, смесь выдерживают при 90–92 °С в течение 15 мин. После охлаждения до 40 °С в пастеризованную молочную смесь вносят аскорбиновую кислоту и 2% закваски (штаммы ацидофильных палочек 97 и 630). За 4–5 ч выдержки образуется сгусток кислотностью 45 °Т. Его перемешивают при нарастании кислотности до 70 °Т, одновременно охлаждая до 20 °С, после чего продукт разливают и хранят при температуре не более 6 °С в течение 24 ч.

Кефир детский вырабатывают резервуарным способом из молока не ниже высшего сорта, выдержавшего алкогольную пробу с этиловым спиртом – 72% концентрации. В продукте нормируют массовую долю белка – 2,8%; жира – 3,2%; углеводов – 4,1%; сухих веществ – не менее 11,0%, органических кислот и золы – 1,6%; бактерии кишечной палочки и патогенные не допускаются.

Технология состоит в последовательном выполнении следующих операций: подогревание молока до 35–40 °С; очистка на сепараторе-молокоочистителе и охлаждение до 4–6 °С. Молоко нормализуют до массовой доли жира 3,2%. Приготовление эмульсии жирорастворимых и раствора водорастворимых витаминов, нагрев, дезодорация и гомогенизация.

Стерилизация молока проводится при температуре (136±1) °С с выдержкой 5 с и последующим охлаждением до (23±1)°С .

Закваска грибковая в количестве 2% вносится в молоко в асептических условиях. Сквашивание молока производится в асептических емкостях в автоматическом режиме по следующей программе:

- перемешивание после заполнения емкости в течение 8–10 мин для лучшего распределения закваски;
- сквашивание в течение 8–10 ч до достижения pH 4,5–4,7 и кислотности (80±5) °Т;
- охлаждение до температуры (14±2) °С в течение не более 2 ч с периодическим перемешиванием;
- созревание кефира в течение 8–10 ч без перемешивания;
- общая продолжительность сквашивания и созревания должна быть не менее 24 ч;
- после созревания детский кефир охлаждают в этой же емкости до температуры (4±2) °С с периодическим перемешиванием в течение 8–10 мин каждые 30 мин. Процесс охлаждения не должен превышать 2 ч.

Фасовка кефира производится в асептических условиях в тару емкостью 0,2 л.

Творог-ДМ предназначается для питания детей с 6 месяцев при искусственном и смешанном вскармливании. Представляет собой пастообразный белковый кисломолочный продукт, вырабатываемый из нормализованного молока с использованием закваски на чистых культурах молочнокислых бактерий. В твороге детском нормируется: массовая доля жира – не менее 10,0%, сухих веществ не менее – 25,0%, влаги не более – 75%; кислотность – не более 150 °Т; бактерии группы кишечной палочки и патогенные не допускаются.

Существуют две технологии производства детского творога – методом ультрафильтрации и горячего сепарирования.

Начало технологического процесса для обоих способов одинаково: подогрев и сепарирование молока для получения обезжиренного молока и сливок, их пастеризация, нормализация молока.

Пастеризация нормализованной смеси проводится при температуре (90±2) °С с выдержкой 3–5 мин, гомогенизация молока – при (60±2) °С, давлении $(12,5\pm2,5)10^3$ кПа; охлаждение – до температуры заквашивания (30±2) °С. Закваска, приготовленная в асептических условиях на стерилизованном, нормализованном или обезжиренном молоке, вносится в количестве 5%, или бакконцентрат – в соответствии с инструкцией. Перемешивание – в течение 10–15 мин.

Сквашивание молока продолжается 4–6 ч до образования сгустка и достижения pH (4,7±0,1).

Метод ультрафильтрации. Подогревают сквашенное молоко до температуры (55±2) °С с выдержкой при этой температуре в течение 2–3 мин. Охлаждают продукта до температуры ультрафильтрации (48±2) °С.

Ультрафильтрация сквашенного молока до достижения содержания сухих веществ в продукте (26±1)% производится на специальных установках, снабженных спиральными полисульфоновыми или металлокерамическими мембранами, где происходит концентрация сгустка и отделение пермеата. Творожный сгусток охлаждается в потоке до температуры (6±2) °С без ухудшения реологических и органолептических показателей продукта. Фасовку творога по 0,1 кг и 0,05 кг осуществляют в условиях, близких к асептическим.

Метод горячего сепарирования. Нормализованную смесь перед заквашиванием пастеризуют при температуре (95±2) °С с выдержкой 3–5 мин. и охлаждают до температуры сквашивания. Сквашивание молока идет в течение 4–6 часов до образования сгустка и достижения pH 4,5–4,7 (85–95 °Т). Продолжительность сквашивания не должна превышать 6 ч.

Подогрев сквашенного молока до температуры (75±2) °С производится непосредственно перед сепарированием. Сепарирование горячего сгустка проводится при температуре (70±2) °С.

Творожный сгусток охлаждается в потоке до температуры (6±2) °С без ухудшения реологических и органолептических показателей продукта. Фасовка творога по 0,1 кг и 0,05 кг осуществляется в условиях, близких к асептическим.

Охлаждение сыворотки или пермеата проводится до температуры (6±2) °С.

Сухие продукты

Сухие молочные смеси «Малютка» и «Малыш» имеют массовую долю влаги не более 4%, жира – не менее 25, белков – не более 15 («Малютка» и «Малыш» с рисовой мукой) и не более 16 («Малыш» с гречневой мукой и толокном), минеральных веществ – не более 4%. В одной и той же норме предусмотрено содержание глицерофосфата и солей тяжелых металлов. Индекс растворимости нормируется только в смеси «Малютка» – не более 0,2 $см^3$ сырого осадка. Определены требования по органолептическим показателям. Общее количество бактерий в 1 г продукта не должно быть более 25 тыс., бактерии группы кишечной палочки в 1 г не допускаются.

Технологический процесс включает получение сухой молочной основы, приемку, хранение, подготовку и обработку пищевых компонентов, дозирование и смешивание этих компонентов с сухой молочной основой, фасование и упаковку готовых сухих смесей (рис. 16.1).

Для получения сухой молочной основы массу оцененного по качеству молока учитывают в емкостях с тензовзвешиванием, для сохране-

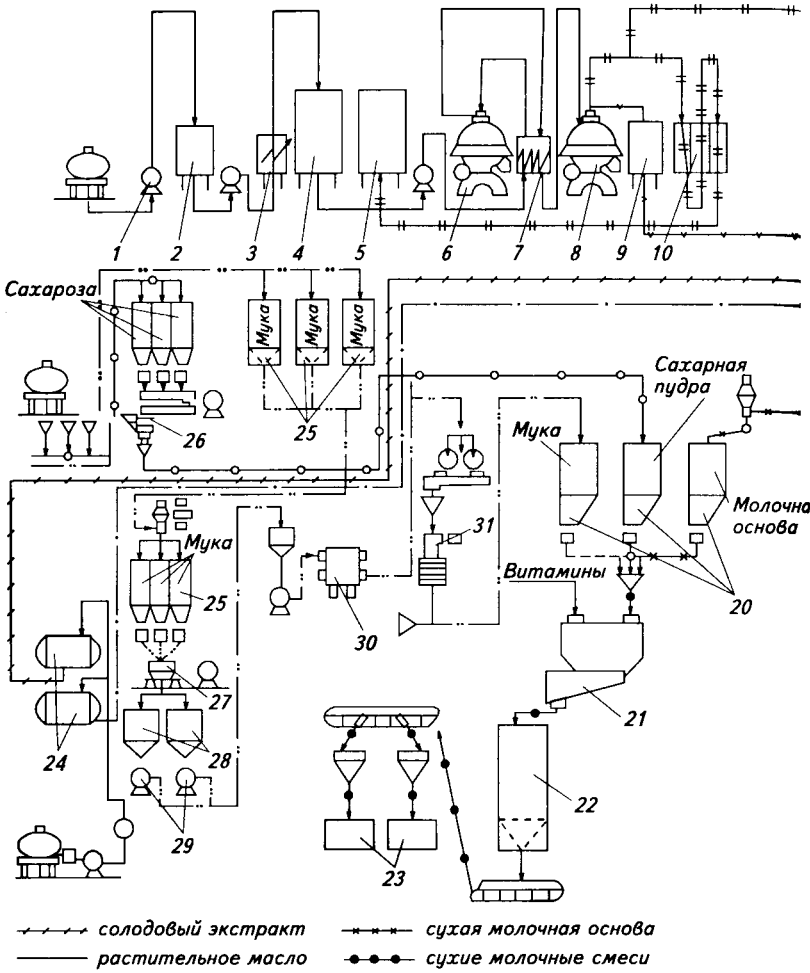
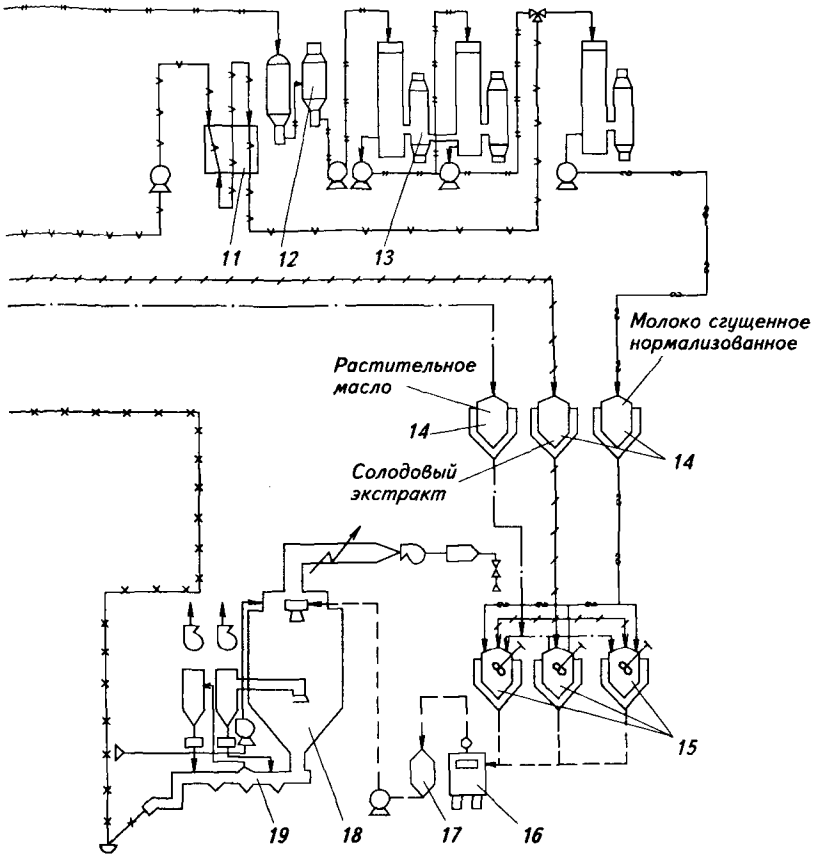


Рис. 16.1. Технологическая схема производства молочных смесей «Малютка и «Малыш»»:

1, 29 – насосы; 2 – тензовесы; 3 – пластинчатая охладительная установка; 4 – емкость для молока; 5 – емкость для обезжиренного молока; 6 – сепаратор-молокоочиститель; 7 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 8 – сепаратор-сливкоотделитель; 9 – емкость для сливок; 10, 11 – пастеризационно-охладительные установки для обезжиренного молока и сливок; 12 – пароконтактный пастеризатор;



сырое молоко
сгущенное нормализованное молоко
обезжиренное молоко
сгущенное обогащенное молоко
сливки
мука
сахар

13 – вакуум-выпарная установка; 14, 20 – емкости для компонентов; 15, 21 – смесители; 16 – гомогенизатор; 17 – емкость для резервирования сгущенного молока; 18 – распылительная сушилка; 19 – вибрационная конвективная сушилка; 22 – емкость для промежуточного хранения; 23 – фасовочные автоматы; 24 – емкости для масла и солодового экстракта; 25 – бункер для компонентов; 26 – дробилка; 27 – взвешивающее устройство; 28 – бак для мучной смеси; 30 – пластинчатая теплообменная установка; 31 – вальцовая сушилка

ния качества перед резервированием его охлаждают. При выработке смеси «Малютка» в молоко вносят лимоннокислые соли калия и натрия в целях получения легкоусвояемых организмом ребенка казеин-натриевых и казеин-калиевых солей. Предусмотрена очистка молока на сепараторе-молокоочистителе после его подогрева до 35–40 °С. Регулирование отношения $Ж_м/СОМО_м$ в молоке цельном до заданного в продукте $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ осуществляется путем смешивания компонентов нормализованной смеси в процессе выпаривания.

Необходимая для составления нормализованной смеси масса обезжиренного молока после тепловой обработки при 102–105 °С (в пароконтактном пастеризаторе) сгущается в вакуум-выпарной установке. В последней ступени установки сгущенное обезжиренное молоко в потоке смешивается со всеми сливками, полученными при сепарировании цельного молока, которые предварительно подвергают тепловой обработке при 85–90 °С. Режимы тепловой обработки сливок и обезжиренного молока обеспечивают требуемую эффективность и способствуют повышению стойкости продукта при хранении. По ступеням выпаривания температура изменяется от 69 °С на первой до 43 °С – на последней. Оптимальным, с учетом последующего смешивания с компонентами, является сгущение до 42–43% сухих веществ.

Сгущенная молочная смесь по выходе из вакуум-выпарной установки в смесителе смешивается с растительным маслом, витаминами для смеси «Малютка» и с солодовым экстрактом. Смесь с массовой долей сухих веществ 48–50% гомогенизируют при 60–65 °С и давлении P_1 = 4–6 МПа и P_2 = 2 – 4 МПа и через промежуточную емкость подают в распылительную сушилку. Применяемые режимы гомогенизации обеспечивают получение стойкой эмульсии жира и высокую степень его дисперсности. При температуре 165–180 °С поступающего и 90–95 °С отработанного воздуха сушат сгущенную смесь; перегрева частиц продукта не происходит. Сушка проходит в две стадии. На первой стадии в первой секции вибрационно-конвективной сушилки (инстантайзера) проводится агломерирование частиц, во второй секции – досушивание до конечной массовой доли влаги и в третьей – охлаждение до температуры не более 20 °С. Охлажденная и просеянная сухая молочная основа подается в бункер промежуточного хранения.

На второй стадии процесса компоненты продукта – сухую молочную основу, сахарную пудру, витамины для смесей «Малютка» и «Малыш» и дополнительно муку для смеси «Малыш» – в сухом виде смешивают в специальных смесителях. Сахар-песок предварительно размельчают на дробилке. Мучные компоненты растворяют, очищают и сушат

на вальцовых сушилках. Для лучшего перемешивания компонентов дозирующие устройства снабжают ворошителями. Готовые смеси фасуют в картонные пачки с вкладышами из комбинированного полимерного материала. При фасовании воздух из продукта удаляют и заменяют азотом. Упаковки герметизируют путем спайки верхнего клапана вкладыша. Продукты хранят при температуре от 1 до 10 °С и относительной влажности воздуха не более 75%. Срок хранения смеси «Малютка» 10 мес., смеси «Малыш» – 8 мес.

Сухие заменители женского молока «Нутрилак 1» и «Нутрилак 2» представляют собой сухой порошок белого цвета, вырабатываемый при помощи сгущения и сушки из смеси молока, сливок, деминерализованной сыворотки, растительных масел, кукурузной патоки, витаминов и минеральных добавок.

При производстве сухих смесей, как и всех детских продуктов, предусмотрен подогрев и сепарирование молока для получения обезжиренного молока и сливок и их пастеризация. Принятое на комбинат сырое молоко очищают на фильтре, охлаждают до температуры (4±2) °С и отправляют на промежуточное хранение. Охлажденное сырое молоко подогревают до температуры 35–45 °С и направляют на сепарирование. Обезжиренное молоко пастеризуют при температуре (74±2) °С, охлаждают до температуры (4±2) °С и передают на промежуточное хранение. Сливки с массовой долей жира от 35 до 40% пастеризуют при температуре от 85 до 95 °С, охлаждают до температуры (4±2) °С, перемешивают (30±5) мин и отправляют на нормализацию молока.

В резервуар с охлажденным цельным молоком при постоянном перемешивании вносят необходимую массу сливок, а также: водный раствор лимоннокислого натрия и калия с температурой от 10 до 20 °С, массовой долей солей (25±1)% и внесенным в раствор сернокислым железом (для продукта «Нутрилак 2»); водные растворы йодистого калия и хлористого магния, сернокислой меди, лимоннокислого кальция с температурой от 10 до 20 °С и массовой долей солей от 2 до 3%; водный раствор аскорбиновой кислоты (витамин С) с температурой от 25 до 50 °С, массовой долей витамина от 3 до 5% и внесенными в раствор витаминами РР, B_1, B_2, B_3, B_6, B_{12}, К, биотином, холином и инозитом; водный раствор фолиевой кислоты (витамин B_c), смешанной с расчетной массой двууглекислого натрия, с температурой от 10 до 20 °С и массовой долей витамина от 0,02 до 0,03%; раствор таурина (тауфона) (для продукта «Нутрилак 1») с температурой (45±5) °С, массовой долей вещества не более 7% и внесенной в раствор необходимой массой каротина, растворенного в воде (для продукта «Нутрилак 2» массовая доля каротина в растворе – не более 7%).

После внесения каждого из компонентов содержимое резервуара перемешивают не менее 10 мин (после внесения таурина – не менее 5 мин).

Нормализованное молоко со всеми добавками перемешивают не менее 30 мин, после чего подвергают тепловой обработке при температуре (100±5) °С и сгущают до массовой доли сухих веществ не более 45%.

Кукурузное масло, поступающее в цистернах, и соевое масло, поступающее в металлических бочках, перекачиваются в резервуары промежуточного хранения, укомплектованные системой азотирования и подогрева.

Из указанных резервуаров различные виды масел, а также концентрат среднецепочечных триглицеридов поступают в емкость для смешивания, куда подаются предварительно внесенные в соевое масло жирорастворимые витамины А, D_2, Е, смесь перемешивается не менее 10 мин.

Низкоосахаренную патоку и деминерализованную сыворотку, поступающие на комбинат в мешках, пропускают через магнитный уловитель и направляют в бункер для промежуточного хранения.

Низкоосахаренную патоку растворяют в расчетном количестве питьевой воды температурой от 60 до 65 °С и перемешивают до полного растворения.

Сгущенное нормализованное молоко направляют в отдельные емкости-смесители, в которые при постоянном перемешивании дозируют масляно-витаминную смесь и раствор низкоосахаренной патоки.

Полученную концентрированную смесь подогревают до температуры (55±5) °С и гомогенизируют при давлении на первой ступени (4±1) МПа и на второй ступени – (2±1) МПа. Гомогенизированную концентрированную смесь пастеризуют при температуре (90±2) °С и направляют на сушку, осуществляемую при следующих режимах: температура на входе в сушильную башню – от 165 до 175 °С; температура на выходе из сушильной башни – от 85 до 95 °С.

В процессе сушки молочная основа непрерывно подается в инстантайзер с температурой поступающего воздуха: в 1 и 2 секции от 20 до 40 °С; в 3-й секции – от 10 до 12 °С, после чего направляется на промежуточное хранение.

Сухую молочную основу перемешивают с деминерализованной сывороткой не менее 5 мин. Полученный сухой продукт, охлажденный в инстантайзере до температуры не выше 20 °С, поступает в контейнеры, где хранится до расфасовки. Фасовка продукта аналогична продуктам «Малыш» и «Малютка».

Сухое гуманизированное молоко «Ладушка» предназначено для детей грудного возраста. Продукт вырабатывают из коровьего молока, сливок, гуманизированной добавки СГД-УФ или жидкого концентрата гума-

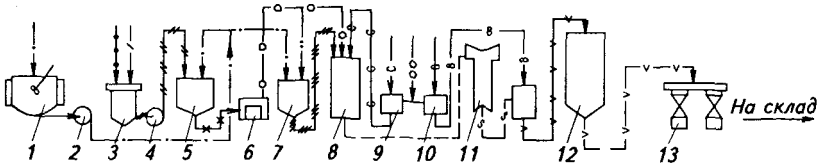
низированной добавки, полученного из сыворотки молочной подсырной несоленой с кислотностью не более 16 °Т, обработанной методом ультрафильтрации, молочного рафинированного сахара, свекловичного сахара, солодового экстракта, подсолнечного рафинированного дезодорированного масла, глицерофосфата железа или сульфата железа, L-цистина и витаминов А, D_2, Е и B_1.

Добавка СГД-УФ обеспечивает приближение продукта по количеству и соотношению белков, незаменимых аминокислот и минеральных веществ к женскому молоку. Состав продукта нормируют по следующим показателям: массовая доля влаги не более – 4,0%; жира – не менее 26,0; углеводов – не менее 54,5, в том числе сахарозы – не более 13,0%. Кислотность восстановленного продукта не более 14 °Т, индекс растворимости – не более 0,2 $см^3$ сырого осадка.

Технологический процесс включает приготовление жидкой смеси всех компонентов. Смесь гомогенизируют, подвергают тепловой обработке, сгущают и сушат при режимах, близких к технологии сухих смесей «Малютка» и «Малыш». Использование декстрин-мальтозы (солодовый экстракт) вместо лактулозы способствует формированию специфической для грудных детей микрофлоры кишечника. Продукт упаковывают в картонные пачки или пакеты.

Сухие молочные смеси «Детолакт», «Детолакт, обогащенный препаратом железа», «Детолакт с мукой» нормируют по следующим показателям: массовые доли жира – 27–28%, белка – не менее 13,7 и влаги – не более 2%, индекс растворимости – не более 0,3 $см^3$ сырого осадка, pH в восстановленном виде – 6,5–6,85. По органолептическим показателям в восстановленном виде продукт характеризуется как однородная жидкость без осадка, белого, со слегка желтоватым оттенком цвета, имеющая чистый вкус без посторонних привкусов и запахов. Общее количество бактерий не должно превышать 500–2000 клеток в 1 г в зависимости от вида продукта.

Молоко, оцененное по качеству и учтенное по массе, после подогрева сепарируют (рис. 16.2). Основным молочным сырьем является обезжиренное молоко, которое подогревают до 74 °С с выдержкой 16–17 с, охлаждают до 4–6 °С и резервируют в емкости, куда затем вносят растворы цитратов калия и натрия. Кислотность обезжиренного молока не должна превышать 19 °Т. Для получения молочно-белково-углеводной смеси 3/5 части обезжиренного молока в потоке подогревают до 74 °С и направляют в емкость для смешивания с предварительно подготовленными и обработанными компонентами: рафинированной лактозой, СД-ЭД (сухая деминерализованная сыворотка, полученная методом электродиализа), КСБ-УФ/ЭД (сывороточный белковый концентрат, вы-



— · — обезжиренное молоко
— ∧ — витамины А, D_2, Е
— ∞ — вода
— с — минеральные соли
— с — раствор минеральных солей
— в — водорастворимые витамины
— в — раствор водорастворимых витаминов
— • — • — кукурузное и кокосовое масла, свиное сало, эмульгаторы
— ∧ — ∧ — смесь кукурузного и кокосового масла, свиного сала, эмульгаторов и витаминов А, D_2, Е
— × — × — молочно-жировая смесь
— ·· — смесь лактозы, СД - ЭД, КСБ - УФ/ЭД, солодового экстракта, кукурузного сиропа и патоки, стабилизаторов и сахара
— о — гомогенизированная молочно-жировая смесь
— ∧ — ∧ — молочно-белково-углеводная смесь
— — — общая молочно-жировая и молочно-белково-углеводная смесь с минеральными солями
— ∞ — сгущенная общая молочно-жировая и молочно-белково-углеводная смесь с минеральными солями
— v — v — сгущенная общая молочно-жировая и молочно-белково-углеводная смесь с минеральными солями и водорастворимыми витаминами
— v — готовый продукт

Рис. 16.2. Технологическая схема производства смесей «Детолакт»:
1 – емкость обезжиренного молока; 2 – насос; 3, 5, 7–10 – емкости разного назначения; 4 – насос; 6 – гомогенизатор; 11 – вакуум-выпарная установка; 12 – распылительная сушилка; 13 – фасовочный аппарат

работанный методом ультрафильтрации и электродиализа); солодовым экстрактом, кукурузным сиропом, кукурузной патокой и сахаром рафинированным.

Перемешанную и охлажденную до 4 °С молочно-белково-углеводную смесь направляют в емкость для общей смеси. Для получения молочно-жировой смеси оставшееся обезжиренное молоко (2/5) подогревают в потоке до 65 °С и смешивают в отдельной емкости с витаминами А, D_2, Е, свиным салом, кукурузным и кокосовым маслом, эмульгаторами, подогревают до 74 °С и гомогенизируют (P_1 = 17–16 МПа, P_2 = = 8–6 МПа). Гомогенизированную молочно-жировую смесь в емкости для общей смеси смешивают с отдельно приготовленной молочно-белково-углеводной смесью.

Общую смесь в течение 1 ч тщательно перемешивают и после добавления к ней минеральных солей подогревают до 110 °С и сгущают в вакуум-выпарной установке до 47–49% сухих веществ. Перед сушкой в общую смесь вносят водорастворимые витамины, что обеспечивает их более полную сохранность. Сгущенную смесь в потоке подогревают до 90 °С и направляют на сушку (температура поступающего воздуха – 160–175 °С, отработанного – 90–100 °С). При подаче в бункер готовый продукт охлаждают до 25 °С, упаковывают так же, как и сухие смеси «Малютка» и «Малыш». Режимы хранения аналогичны режимам хранения смесей «Малютка» и «Малыш». Срок хранения – до 18 мес.

Сухие молочные каши для детского питания

При производстве инстантных каш для детского питания применяется сушка на вальцовых или распылительных сушилках, сухое смешивание молочной основы с мукой и компонентами.

Производство сухих быстрорастворимых каш для детского и диетического питания на зерновой основе осуществляется в следующей последовательности:

– приемка и подготовка сырья;
– приготовление растворов витаминов и минеральных солей;
– приготовление суспензии, варка, сушка и помол;
– смешивание компонентов.

Приемка и подготовка сырья. Крупа (рисовая, гречневая или овсяная), поступающая на комбинат в мешках, растаривается, подается на устройство предварительной очистки, на камнеотборник. Очищенная крупа системой пневмотранспорта подается на мельницу сухого помола и измельчается до размера частиц 500 мк, полученная мука просеивается и пневмотранспортом подается в бункер.

Мука пшеничная, рисовая, гречневая, овсяная (или толокно), поступающая на комбинат в мешках, просеивается, пропускается через устройство для уничтожения яиц насекомых и подается в бункер хранения.

Сухое молоко, мальтодекстрин, поступающие на комбинат в мешках, просеиваются и системой пневмотранспорта подаются в бункера. Сахар, поступающий на комбинат в мешках, просеивается, размалывается на микромельнице и системой пневмотранспорта подается в бункер суточного хранения. Добавочные компоненты (фруктовые и ягодные порошки, витамины и минеральные соли) поступают на комбинат и хранятся в транспортной таре. Фруктовые и ягодные пюре поступают на комбинат и хранятся в транспортной таре в соответствии с требованиями, предъявляемыми к хранению данного вида сырья.

Приготовление растворов витаминов и минеральных солей. Витамины дозатором подаются в смеситель-растворитель витаминов, а затем в скоростной смеситель. Минеральные соли дозатором подаются в мерник-растворитель солей, затем в скоростной смеситель.

Приготовление суспензии, варка, сушка и помол. Порции сыпучих компонентов (пшеничная, рисовая, гречневая, овсяная мука или толокно) в рецептурных количествах дозируются шнековым дозатором и поступают в бункер, далее – в скоростной смеситель. Туда же вносятся фруктовые и ягодные пюре, растворы минеральных солей и витаминов. После смешивания в течение 20–30 мин в скоростном смесителе сухих компонентов и воды порции суспензии (с массовой долей сухих веществ 30–40%) подаются в промежуточную емкость. Все температурные и скоростные режимы должны соответствовать с паспортным характеристикам оборудования.

Из промежуточной емкости суспензия насосом через теплообменник с очищаемой поверхностью подается на сушку. Нагрев суспензии в теплообменнике производится до температуры 100 °С, что позволяет проварить и желировать содержащийся в зерновых компонентах крахмал. Горячая желированная суспензия равномерно подается на валки сушилки. Оптимальная температура поверхности главного вальца составляет от 120 до 150 °С при давлении пара от 10 до 12 бар. Скорость вращения вальца – от 2 до 6 об/мин. Суспензия на нагретой паром поверхности высыхает, превращаясь в пленку. Пленка снимается с вальца гибкой ножевой системой, собирается и подается в систему измельчения.

Измельченный до размера частиц 1,2–2,0 мм продукт системой пневмотранспорта направляется в накопительный бункер.

Смешивание компонентов. Высушенная зерновая (или молочно-зерновая) суспензия поступает в смеситель, куда через питатель вводятся компоненты, входящие в рецептуру (сухое молоко, мальтодекстрин, сахарная пудра, фруктовые и ягодные порошки). По окончании смешивания готовая смесь направляется в промежуточный бункер, а затем на фасовочный автомат.

Технологический процесс производства сухой молочной основы:

- приемка молока, охлаждение и промежуточное хранение;
- подогрев, сепарирование молока, охлаждение сливок, пастеризация и охлаждение обезжиренного молока, промежуточное хранение;
- нормализация молока сливками, внесение растворов минеральных солей;
- подогрев, очистка, температурная обработка, сгущение;
- внесение растительного масла, солодового экстракта и витаминов;
- гомогенизация, сушка и охлаждение;
- подготовка компонентов.

После определения массы принятого молока его охлаждают до (6±2) °С и направляют на промежуточное хранение. Охлажденное молоко перемешивают (45±5) мин и определяют массовую долю жира, рассчитывают расход сырья и компонентов.

Промежуточное хранение. Сырое молоко после промежуточного хранения подогревают до (40±5) °С и направляют на сепарирование. Сливки, полученные при сепарировании, охлаждают до (6±2) °С и направляют на хранение. Охлажденные сливки перемешивают (30±5) мин, определяют массовую долю жира и кислотность. Затем подают на нормализацию молока. Обезжиренное молоко пастеризуют при температуре (74±2) °С, охлаждают до (6±2) °С и направляют на хранение.

Нормализацию молока осуществляют путем добавления к нему при постоянном перемешивании сливок и минеральных солей.

Полученную смесь, подогретую до (40±5) °С, подвергают очистке, а затем тепловой обработке при (105±15) °С. Смесь сгущают до массовой доли сухих веществ (44±6)%. Режим сгущения поддерживается в соответствии с паспортными данными вакуум-аппарата. В сгущенную смесь добавляют солодовый экстракт, кукурузное масло и растворы витаминов. Смесь с компонентами подогревают до (60±5) °С и направляют на гомогенизацию. Смесь гомогенизируют при давлении:

1 ступень – от 4,0 до 5,0 МПа,

2 ступень – от 2,0 до 2,5 МПа.

После гомогенизации смесь направляют в распылительную установку. Сушку молочной основы проводят при следующих режимах: температура воздуха, поступающего из калорифера в сушильную башню – (175±10) °С; при выходе из сушильной башни – (85±10) °С. Полученная молочная основа поступает в инстантайзер, где она подсушивается и охлаждается. Температура воздуха, поступающего в виброаппарат:

1 секция – от 20 до 40 °С,

2 секция – от 20 до 40 °С,

3 секция – от 10 до 12 °С.

Температура сухой молочной основы после охлаждения не должна превышать 25 °С.

Затем проводится обработка круп на экструзионной установке. Увлажненная до 30% крупа подвергается обработке на двушнековом экструдере при температуре корпуса на выходе из экструдера 140 °С. Гранулы экструдата подвергаются досушке до конечной влажности 7–9%. Подсушенные гранулы подвергают измельчению в дробилке ударного типа. Измельченный продукт просеивают через сито с ячейками 1×1 мм.

При выработке продуктов способом, предусматривающим сухое смешивание компонентов (сухой молочной основы, диетической муки,

соевых белков, сахара и др.), все применяемые компоненты из бункеров промежуточного хранения или контейнеров системой транспортов подаются в смеситель. После перемешивания в течение 20–25 мин продукт перед фасовкой поступает в промежуточный бункер.

Продукты для лечебного питания

Сухой молочный продукт «Унипит» предназначен для энтерального питания детей и взрослых после хирургических вмешательств, ожоговой болезнью, синдромом мальабсорбции (целиакия, лактазная недостаточность) в соответствии с рекомендациями врачей. Выпускаются следующие виды: «Унипит-ДЦ», «Унипит-1» и «Унипит-2».

Продукт представляет собой мелкий сухой порошок, вырабатываемый из смеси молочно-белкового концентрата (получаемого ультрафильтрацией и диафильтрацией), сливок, кукурузного масла, сахара, сухой кукурузной патоки, кукурузного крахмала, витаминов и препарата железа, высушенной на распылительных сушильных установках.

Технологический процесс заключается в следующем:

Предварительно подогретое до температуры (40±5) °С молоко сепарируют.

Сливки пастеризуют при температуре (80±5) °С, охлаждают до 6±2 °С и направляют на хранение до использования, но не более 16 часов.

Обезжиренное молоко пастеризуют при температуре (74±2) °С с выдержкой 30 с, охлаждают до (6±2) °С и хранят. Охлажденное обезжиренное молоко перемешивают не менее 30 мин, подогревают до температуры (55±3) °С и направляют на ультрафильтрацию и диафильтрацию. Ультрафильтрацию и диафильтрацию осуществляют на специальных установках периодического или непрерывного действия при температуре (55±3) °С и среднем рабочем давлении, указанном в табл. 16.1.

Массовую долю сухих веществ белковых концентратов определяют рефрактометрически. Уравнение для пересчета массовой доли сухих веществ:

$$C_{св} = C_р \cdot 0{,}8333;$$
$$C_{св} = C_р \cdot 0{,}9091,$$

16.1.

Массовая доля сухих веществ в концентрате, %	Среднее рабочее давление УФ, МПа, не более	Массовая доля сухих веществ в концентрате, %	Среднее рабочее давление УФ, МПа, не более
5,5 ± 1,5	0,75	17,5 ± 1,5	0,35
8,5 ± 1,5	0,65	20,5 ± 1,5	0,30
11,5 ± 1,5	0,55	23,5 ± 1,5	0,25
14,5 ± 1,5	0,45	26,5 ± 1,5	0,20

где $C_{св}$ *– массовая доля сухих веществ в белковом концентрате, %;* $C_р$ *– массовая доля сухих веществ, установленная рефрактометрически, %; 0,8333 – пересчетный коэффициент для рефрактометра РПЛ; 0,9091 – пересчетный коэффициент для рефрактометра АМ-2.*

Ультрафильтрацию проводят до массовой доли сухих веществ в концентрате (22±2)%. Диафильтрацию проводят промывной водой путем непрерывного добавления ее по мере удаления фильтрата, т. е. масса воды в единицу времени должна быть равна массе удаленного фильтрата. Готовность ультрафильтрационного концентрата в процессе диафильтрации определяется путем рефрактометрического измерения массовой доли сухих веществ в фильтрате и промывной воде. Процесс диафильтрации считают законченным, если выполняется условие:

$$C_ф - C_{пв} = 0,3±0,1,$$

где $C_ф$ *– массовая доля сухих веществ в фильтрате,%;* $C_{пв}$ *– массовая доля сухих веществ в промывной воде, %.*

При проведении процесса диафильтрации используют пастеризованную при (95±2) °С и охлажденную до (55±3) °С деминерализованную промывную воду. Электропроводность промывной воды не должна быть более 20 микросименс. После окончания процесса диафильтрации доводят массу сухих веществ в концентрате до (20,0±0,1)%. Если массовая доля сухих веществ меньше, проводят ультрафильтрационное концентрирование, если больше – белковый концентрат разбавляют промывной водой.

Белковый концентрат пастеризуют при температуре (74±2) °С с выдержкой 20 с, охлаждают до (6±2) °С и направляют в резервуар промежуточного хранения.

Ферментативный гидролиз (для продукта «Унипит-2»). К белковому концентрату добавляют расчетную массу пастеризованной питьевой воды, необходимую для получения массовой доли сухих веществ в нем (9,0±0,2)%.

В нормализованный по сухим веществам белковый концентрат вносят расчетную массу водного раствора калия лимоннокислого. Соль растворяют в воде в соотношении 1 : 3. После полного растворения раствор фильтруют и подают в резервуар с концентратом при постоянном перемешивании. Полученную смесь перемешивают не менее 5 мин.

Ферментативный гидролиз проводят в реакторах типа РСЭН-11250 или других подобных резервуарах, позволяющих осуществить подогрев, охлаждение, пастеризацию и перемешивание жидкостей.

Нормализованный по массовой доле сухих веществ белковый концентрат подогревают до температуры (50±2) °С при постоянном перемешивании и вносят расчетную массу фермента панкреатина медицинско-

го, предварительно растворенного в воде с температурой (40±2) °С в соотношении 1:5.

Технологические параметры ферментативного гидролиза:

– температура гидролиза – (48±2) °С;

– массовая доля фермента – 0,1%;

– pH среды 6,4–7,0;

– продолжительность гидролиза – (30±10) мин.

После окончания технологического процесса ферментативного гидролиза устанавливают pH (7±1) путем добавления водного раствора с массовой долей гидроокиси кальция 10%. Время установления pH не должно превышать 15 мин.

Инактивацию фермента осуществляют путем нагрева гидролизата до температуры (80±2) °С с выдержкой (20±2) мин при постоянном перемешивании. После инактивации гидролизат охлаждают до температуры (60±2) °С, в случае хранения гидролизата более 1 ч его охлаждают до (6±2) °С.

Приготовление молочно-жировой смеси. 1/4 массы белкового концентрата или гидролизата смешивают со сливками и кукурузным маслом. В специальном резервуаре готовят раствор жирорастворимых витаминов A, D_2, E в кукурузном масле, перемешивают не менее 10 мин и подают в резервуар для смешивания с молочно-жировой эмульсией. Молочно-жировую эмульсию с витаминами подогревают до температуры (60)±2 °С, перемешивают в течение (10±2) мин и подают в гомогенизатор. Гомогенизация смеси проводится при температуре (60±2) °С и давлении:

– на 1 ступени – от 10 до 12 МПа;

– на 2 ступени – от 2 до 4 МПа.

Гомогенизированная молочно-жировая смесь направляется в резервуар для смешивания.

Приготовление белково-углеводной смеси. При производстве продукта «Унипит-ДЦ» в оставшуюся часть белкового концентрата с температурой (60±2) °С при непрерывном перемешивании вносится кукурузная патока, сахар и водный раствор крахмала. Крахмал растворяют в пастеризованной при температуре (80±2) °С и затем охлажденной до температуры (20±2) °С воде до получения раствора с массовой долей крахмала (9±1)% и перемешивают его не менее 10 мин. Полученный водный раствор подогревают до температуры (85±2) °С, при непрерывном перемешивании охлаждают до температуры (60±2) °С и направляют в резервуар для смешивания. Для приготовления раствора с массовой долей метилцеллюлозы 1,5% ее растворяют в пастеризованной и охлажденной до (85±2) °С воде (1/5 от всей массы воды) и оставляют на (30±2) мин для набухания. Оставшиеся 4/5 массы воды охлаждают до температуры

(10±2) °С и добавляют к раствору метилцеллюлозы, перемешивают не менее 15 мин и добавляют для смешивания с гидролизатом.

При производстве продукта «Унипит-1» к оставшейся после приготовления молочно-жировой эмульсии части белкового концентрата добавляют расчетную массу пастеризованной питьевой воды, необходимую для получения массовой доли сухих веществ в концентрате (9±1)%. В полученный белковый концентрат с температурой (60±2) °С при непрерывном перемешивании вносится кукурузная патока, сахар, цикорий. При производстве продукта «Унипит-2» в оставшуюся после приготовления молочно-жировой эмульсии часть гидролизата с температурой (60±2) °С при непрерывном перемешивании вносится кукурузная патока, сахар, цикорий, раствор метилцеллюлозы.

Белково-углеводная смесь перемешивается не менее 30 мин и направляется в резервуар для приготовления смеси.

Приготовление нормализованной смеси. Молочно-жировая смесь после гомогенизации направляется для смешивания с белково-углеводной смесью. При производстве «Унипит-ДЦ» сернокислое железо, хлористый магний, лимоннокислые соли калия и натрия растворяют в воде при температуре (30±2) °С до получения раствора с массовой долей солей 10% и перемешивают до полного растворения не менее 20 минут.

При производстве «Унипит-1» и «Унипит-2» лимоннокислые соли калия и натрия, сернокислое железо, хлористый магний, сернокислый цинк, хлористый марганец, сернокислую медь растворяют в воде при температуре (30±5) °С до получения раствора с массовой долей солей 20% и перемешивают до полного растворения. Приготовленный раствор после фильтрации при постоянном перемешивании подают в резервуар с молочной смесью. Витамин С растворяют в воде с температурой (15±1) °С до получения раствора с массовой долей витамина 1,5%. После его полного растворения добавляют витамины РР, B_1, B_2 – для «Унипит-ДЦ», витамины B_1, B_2, B_6, B_c, B_3, B_{12} и холин – для «Унипит-1» и «Унипит-2». Смесь витаминов перемешивают до полного растворения не менее 5 мин. Водный раствор перекачивают в резервуар с нормализованной смесью, а смесительную ванну тщательно промывают питьевой водой, которую добавляют к общей смеси.

Все компоненты перемешивают в течение 30 минут. Отбирают пробу молочной смеси и определяют отношения массовых долей сухих веществ к жиру, которое должно быть в пределах от 8,0833 до 8,2083 для продукта «Унипит-ДЦ» и от 6,0625 до 6,1563 для продуктов «Унипит-1» и «Унипит-2».

Если отношение массовых долей сухих веществ к жиру менее 8,0833 для продукта «Унипит-ДЦ» и менее 6,0625 для продуктов «Уни-

пит-1» и «Унипит-2», определяют фактическую массу белка в нормализованной смеси и сравнивают ее с расчетной.

Если фактическая массовая доля белка меньше расчетной, то смесь корректируют белковым концентратом, доводя массу белка до нормы, остальные недостающие сухие вещества восполняют кукурузной патокой. Если фактическая массовая доля белка больше расчетной, то молочную смесь корректируют кукурузной патокой.

Если отношение массовой доли сухих веществ к массовой доле жира более 8,2083 для продукта «Унипит-ДЦ» и более 6,1563 для продуктов «Унипит-1» и «Унипит-2», то массу жира в молочной смеси повышают кукурузным маслом. При этом молочная смесь проходит гомогенизацию, как было описано ранее.

Тепловая обработка нормализованной смеси проходит при температуре (72±2) °С с выдержкой 20 с, после чего смесь направляют на сушку.

Сушку смеси проводят при следующих режимах:

температура воздуха, поступающего из калорифера в сушильную башню, – (175±2) °С;

температура воздуха на выходе из сушильной башни – (76±2) °С.

Порошок из сушильной башни направляют в инстантайзер для досушивания и охлаждения.

Температура воздуха, поступающего в инстантайзер:

1 секция – (38±2) °С;

2 секция – (25±2) °С.

Полученная молочная смесь с температурой не более 22 °С подается в бункер хранения. Фасовка аналогична всем сухим молочным продуктам для детского питания.

Сухой молочный продукт «Лактонал». Продукт представляет собой мелкий порошок, вырабатываемый из смеси очищенного ультрафильтрацией гидролизата, молочного жира, кукурузного и кокосового масла, сахара, сухой кукурузной патоки, витаминов и минеральных солей путем сушки ее на распылительных сушильных установках.

Продукт предназначен для смешанного и искусственного вскармливания детей первого года жизни, страдающих пищевой аллергией, в соответствии с рекомендациями врачей.

Технологический процесс производства продукта аналогичен производству продуктов «Унипит-1» и «Унипит-2». Отличие заключается в процессе получения белкового компонента и молочного жира.

Полученный по схеме, описанной ранее, гидролизат направляют на повторную ультрафильтрацию и диафильтрацию с целью очистки его от высокомолекулярных соединений, которую проводят на ультрафильтрационной установке с пропускной способностью по молекулярной массе 10000.

Концентрированный гидролизат, полученный в процессе повторной очистки, подают на повторный гидролиз, смешивая его с новой партией белкового концентрата, а если таковой нет, то направляют на инактивацию фермента при температуре (80±2) °С с выдержкой (20±2) мин и последующим охлаждением до температуры (8±2) °С, после чего хранят не более 12 ч.

После дополнительной очистки гидролизат пастеризуют при температуре (76±2) °С с выдержкой (20±2) мин, охлаждают до температуры (8±2) °С и хранят не более 12 ч.

При получении молочного жира масло коровье несоленое сладкосливочное загружают в резервуар для плавления, где оно подогревается до температуры (43±2) °С. Расплавленное масло через двойной фильтр подается в первую секцию пластинчатого теплообменника, где пастеризуется при температуре (80±2) °С. Пастеризованное масло направляют в *саморазгружающийся сепаратор-сливкоотделитель для получения* продукта с массовой долей жира от 93 до 95%. Далее молочный жир поступает во вторую секцию теплообменника (предварительно в масло вводится лимонная кислота в количестве 0,1% от массы молочного жира в виде водного раствора с массовой долей кислоты 50%), где пастеризуется при температуре (88±2) °С.

Пастеризованное масло направляют на сепаратор-сливкоотделитель для получения продукта с массовой долей жира от 99,5 до 99,8%. Чистый молочный жир охлаждают до температуры (50±2) °С и направляют в резервуар для промежуточного хранения, снабженный мешалкой и системой подогрева.

Гомогенизацию нормализованной смеси проводят при следующих режимах:

1 ступень – (14±1) МПа;

2 ступень – (4±1) МПа.

Пастеризуют смесь при температуре (110±2) °С, сгущают до массовой доли сухих веществ (40±2)%. Сушка сгущенной смеси осуществляется при следующих режимах:

температура воздуха, поступающего в сушильную башню, (180±2) °С;

температура воздуха при выходе из сушильной башни (80±2) °С.

Сухие молочные ацидофильные смеси предназначены для вскармливания недоношенных новорожденных и здоровых детей до трехмесячного возраста, а также больных детей с нарушениями функции желудочно-кишечного тракта. Они нормализуют микрофлору кишечника. Вырабатываются смешиванием сухой ацидофильной молочной основы, крахмала, сахара и препарата железа. Комплекс углеводов (лактоза, са-

хароза, мальтоза, декстрины, крахмал) способствует нормальному протеканию пищеварительных процессов. Массовая доля сухих веществ – не менее 96% , белков – 15, жиров – 25 (в том числе растительных 6,3), углеводов – 52, в том числе лактозы – 20,8, сахарозы – 19,0, мальтозы – 11,8 и других компонентов – 0,4%. Кислотность восстановленных продуктов 40–60 °Т. Количество ацидофильных палочек в 1 г продукта не менее 10^5–10^6. Не допускаются бактерии группы кишечной палочки в 1 г сухого продукта.

Технология заключается в приготовлении сухой ацидофильной молочной основы с солодовым экстрактом, подготовке сухих компонентов, дозировании и смешивании их с сухой ацидофильной молочной основой и упаковывании продукта. Особенности технологии заключаются в следующем.

Раздельно сгущают 3/4 общей массы обезжиренного молока до 44–46%, и 1/4 – до 18–20% сухих веществ. Закваска состоит из термостойких штаммов ацидофильной палочки, количество закваски – 3–4% от массы заквашиваемого молока. Сквашивание проводят при 37–39 °С до кислотности 100–130 °Т (pH 4,3–4,0). Солодовый экстракт вносят вместе с закваской или после заквашивания. Готовят белково-жировую эмульсию с витаминами (сливки, кукурузное масло, жирорастворимые витамины), гомогенизируют ее при 60–70 °С и давлении: 1 ступень – 8–10 МПа; 2 ступень – 2 МПа. Несквашенное и сквашенное сгущенное обезжиренное молоко смешивают с гомогенизированной белково-жировой смесью и раствором крахмала, сушат при температуре поступающего воздуха 165–170 °С. Температура отработавшего воздуха 65–70 °С.

Массовая доля влаги в сухой ацидофильной основе – не более 2,5%. Компоненты смешиваются в следующей последовательности: сухая ацидофильная молочная основа, сахарная пудра, крахмал с глицерофосфатом железа.

Сухие молочные смеси «Энпит» представляют собой мелкий порошок молочных питательных смесей различной биологической ценности: «Энпит белковый», «Энпит жировой», «Энпит обезжиренный», «Энпит противоанемический». Основным компонентом смесей является молочно-белковый концентрат казецит для детского диетического питания, обеспечивающий пищевую ценность, сбалансированность минерального и направленное регулирование углеводного состава. В зависимости от вида продукта казецит смешивают с сухой молочной основой, сухим обезжиренным молоком, витаминами B_1, B_2, B_6, PP, C и глицерофосфатом железа («Энпит белковый»), с теми же компонентами, за исключением сухой молочной основы («Энпит обезжиренный»), с теми же компонентами, за исключением сухого обезжиренного молока и сахара

(«Энпит жировой»), и с добавлением сухой крови, кукурузного крахмала и глюкозы («Энпит противоанемический»).

В зависимости от вида смеси нормируют массовую долю влаги – от 3,5 до 7,5%, жира – от 6,5 до 39% (в смеси «Энпит обезжиренный» не более 1,0%), сахарозы – не менее 3,5 и 4,5 («Энпит белковый» и «Энпит обезжиренный») и глюкозы – не менее 38% («Энпит противоанемический»). В восстановленном виде смеси должны иметь чистые вкус и запах без посторонних привкусов и запахов («Энпит противоанемический» – допускается легкий запах и вкус крови), белый с кремовым оттенком цвет («Энпит противоанемический» – однородный розовый с красноватым оттенком). Индекс растворимости смесей – не более 0,2 $см^3$ сырого осадка. Нормированы содержание глицерофосфата железа, солей тяжелых металлов и микробиологическая загрязненность.

Технологический процесс включает выполнение следующих операций: выработку сухой молочной основы и казецита, подготовку сухих компонентов, дозирование и смешивание компонентов, фасование и упаковывание продуктов (рис. 16.3). Сухую молочную основу вырабатывают по технологической схеме сухой молочной основы смеси «Малыш». Тепловую обработку нормализованной смеси ведут при 105–115 °С. Сгущают смесь до 40–45% сухих веществ при температурах, предусмотренных паспортом на используемую вакуум-выпарную установку. По выходе из установки сгущенная смесь дозируется счетчиком и подается в аппарат для смешивания с растительным маслом и витаминами. Смесь всех компонентов подогревают до 45–50 °С, перемешивают и направляют на гомогенизацию (P_1 – от 3,9 до 5,9 МПа, P_2 – от 2,0 до 3,9 МПа). Гомогенизированную смесь высушивают на распылительной сушилке (температура поступающего воздуха – 177–173 °С, отработавшего – 92–88 °С). Сухой порошок охлаждается в вибрационно-конвективной сушилке.

Приемка и подготовка сухих компонентов заключаются в следующем: освобождение сахара-песка, сухой молочной основы, казецита, сухого обезжиренного молока, сухой крови, кукурузного крахмала, глюкозы от примесей и комков просеиванием через соответствующие каждому компоненту сита. С помощью магнитных уловителей компоненты освобождаются от частичек металла. Сахарный песок подвергается ультрафиолетовому облучению и дроблению до частиц размером не более 0,1 мм. Подготовленные компоненты направляют в дозирующе-взвешивающее устройство, а затем в бункер-смеситель в такой последовательности: сухая молочная основа, сухое обезжиренное молоко, казецит, сахарная пудра, концентраты витаминов и глицерофосфат железа. Смесь всех компонентов тщательно перемешивают и подают на фасова-

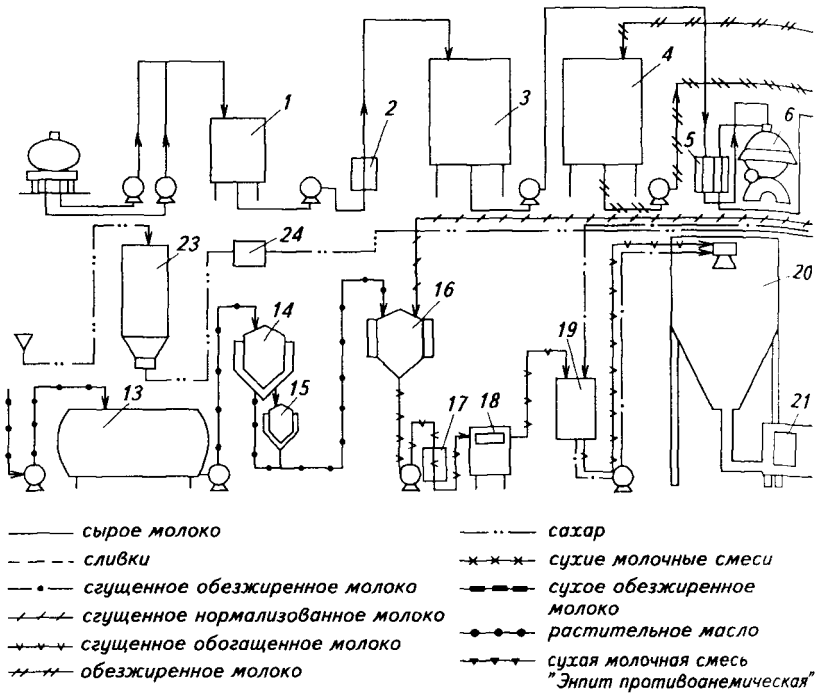
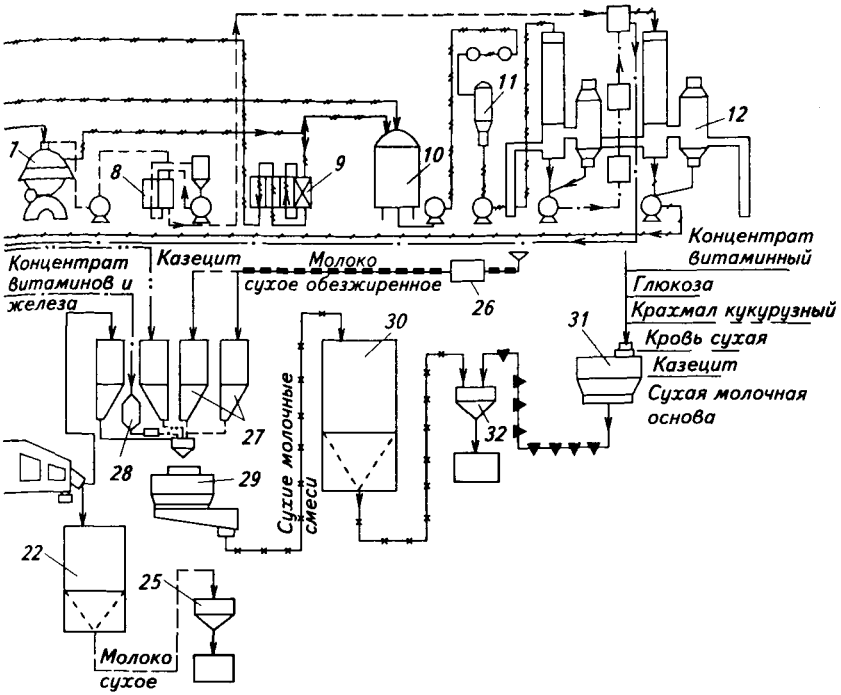


Рис. 16.3. Технологическая схема производства сухих молочных смесей «Энпит»:

1 – тензовесы; 2 – охладитель; 3 – емкость для молока; 4, 10 – емкости для обезжиренного молока; 3 – пластинчатая охладительная установка; 5 – пластинчатая теплообменная установка; 6 – сепаратор-молокоочиститель; 7 – сепаратор-сливкоотделитель; 8, 9 – пластинчатые пастеризационно-охладительные установки; 11 – пароконтактный пастеризатор; 12 – вакуум-выпарная установка; 13, 14 – емкости для растительного масла; 15 – бак для витаминов; 16, 29 – смесители; 17 – теплообменная установка; 18 – гомогенизатор;

ние. Тара и способы фасования – такие же, как для смесей сухих молочных «Малютка» и «Малыш». Применяемые технологические режимы обеспечивают получение готовых смесей, стойких в хранении.

Низколактозное молоко, низколактозные смеси и низколактозные смеси с солодовым экстрактом представляют собой мелкий порошок, вырабатываемый путем сушки на прямоточных распылительных сушилках смеси 20%-ного раствора казецита, сахарозы, коровьего топленого и кукурузного масел, жирорастворимых витаминов А, D_2, Е с последующим добавлением сахарной пудры (для низколактозных смесей – допол-



19 – емкость для промежуточного хранения; 20 – распылительная сушилка; 21 – инстантайзер; 22 – бункер для для сухого молока; 23 – бункер для сахара; 24 – агрегат для дробления и просеивания сахара; 25 – автомат для фасования продукта в мешки; 26 – агрегат для дробления и просеивания муки; 27 – бункеры для хранения сахара, казецита, сухого обезжиренного молока, сухой молочной основы «Малыш»; 28 – бак для витаминов и препарата железа; 30 – бункер для готового продукта; 31 – емкость для приготовления смеси «Энпит противоанемический»; 32 – автомат для фасования в картонные пакеты

нительно муки и толокна), водорастворимых витаминов B_1, B_2, B_6, C, PP и глицерофосфата железа. Влаги в продуктах должно быть не более 4%.

Технологический процесс заключается в смешивании специально подготовленной сухой молочной основы с необходимыми для того или иного продукта сухими компонентами. Для получения сухой низколактозной молочной основы цельное молоко, оцененное по качеству и учтенное по массе, после охлаждения до 6–10 °С резервируют в емкости для промежуточного хранения. В целях более эффективной очистки молоко, подогретое до 35–40 °С, подают на сепаратор-молокоочиститель и далее – на сепаратор-сливкоотделитель.

Подогретое до 76–78 °С с выдержкой 30 с и после этого охлажденное до 6–8 °С обезжиренное молоко резервируют в емкостях для получения казецита. Для сохранения подготавливаемых компонентов в текучем состоянии готовят 20%-ный раствор казецита и 30%-ный водный раствор сахара. Из компонентов, используемых для продукта, при температуре не менее 65 °С приготавливают концентрированную смесь из белково-жировой основы и раствора сахара, которую перемешивают в течение 10–15 мин, гомогенизируют (P_1 – от 4 до 8 МПа, P_2 – от 2 до 4 МПа) и направляют на сушку. В целях получения высоко- и быстрорастворимого продукта на первой стадии (в камере прямоточной распылительной сушилки) сушку проводят при температуре поступающего воздуха 173–177 °С, отработанного – 73–77 °С. На второй стадии в первой секции вибрационно-конвективной сушилки порошок досушивают до конечной массовой доли влаги, а во второй и третьей – охлаждают до 20 °С и просеивают. Полученную сухую низколактозную молочную основу хранят до использования в бункерах.

Подготовка остальных компонентов состоит в получении сахарной пудры, предварительном (в целях равномерного распределения) смешивании витаминов и глицерофосфата железа с небольшим количеством сахарной пудры. Подготовленные компоненты подают в автоматическое взвешивающее устройство для дозирования, после чего смешивают в определенной последовательности: сухая низколактозная молочная основа, сахарная пудра, концентрат витаминов и глицерофосфат железа. После смешивания всех компонентов не более чем через 48 ч продукт упаковывают в картонные пачки в среде азота по технологии смесей сухих молочных «Малютка» и «Малыш». В отличие от сухих молочных каш, в сухих кашах для диетического питания используют казецит, сухое обезжиренное молоко и витамин B_2. В кашах для диетического питания больше жира. Их вырабатывают по технологии сухих молочных каш для детского питания. Хранение – при режимах для цельного сухого молока.

Контрольные вопросы

1. Раскрыть теоретические основы и необходимость консервирования пищевых продуктов.
2. Что такое молочные консервы? Классификация продуктов консервирования молока, молочного сырья по способам консервирования и отдельно – по нормируемым показателям их состава.
3. Как оценивается пригодность молока, молочного сырья для консервирования?
4. Какие технологические операции и их режимы являются общими для всех продуктов консервирования молока, молочного сырья?
5. Каковы назначение и режимы тепловой обработки консервируемого молочного сырья перед сгущением?
6. Каковы сущность, способы, режимы и кратность концентрирования консервируемого молочного сырья сгущением, сгущением и сушкой?
7. Как влияют качество молока и режимы стерилизации на формирование состава и свойств сгущенных стерилизованных молочных консервов?
8. Какова технология регулирования активности воды в сгущенных молочных консервах с сахаром, с сахаром и вкусовыми наполнителями?
9. Как в процессе производства формируются показатели состава и свойств сухих молочных продуктов?
10. Каковы требования и особенности технологии сухих детских и диетических молочных продуктов?
11. Какие факторы и как влияют на качество и хранимоспособность продуктов консервирования молока, молочного сырья?
12. Какие адаптированные смеси выпускают для детского питания и какова технология их изготовления?

Раздел III. ТЕХНОЛОГИЯ СЛИВОЧНОГО МАСЛА

Сливочное, или животное, масло как продукт питания было известно еще до нашей эры. Его также использовали в медицине и технике – известно, например, что древние норманны смазывали им лодки.

Технология изготовления масла методом сбивания пришла к нам от древних евреев.

В XVIII – XIX вв. до появления сепаратора сливки в России получали методом отстоя, собирали их несколько суток, а затем сбивали в масло в примитивных толкачных маслобойках и сразу направляли на перетопку для получения топленого масла (жира 99%). Из 10 л молока выход топленого масла составлял 250 г. Оно имело ярко-желтую окраску, крупитчатую консистенцию, приятный, ярко выраженный вкус и аромат. Оно хорошо сохранялось длительное время и в основном потреблялось на внутреннем рынке. Излишки его партиями направлялись на экспорт – основная масса через южные порты в Турцию и на Балканы, частично – на Нижегородскую ярмарку.

Это топленое масло называли «русским» (название в быту до сих пор сохранилось), так как изготовлялось таким образом только в России.

С построением железной дороги Вологда–Ярославль (1872 г.) стала возможна быстрая доставка масла в основные центры потребления – Москву и Санкт-Петербург. Это ускорило развитие маслоделия в северо-западных губерниях России. В 1871 г. в селе Фоминское (16 км от Вологды) голштинцы Буманы открыли первый маслозавод, вырабатывающий несколько видов сливочного масла, в том числе непревзойденное по вкусу вологодское, с ярко выраженным привкусом жареных орехов.

С появлением сепаратора, окончанием строительства в 1898 г. Транссибирской железной дороги, соединившей центр России с Сибирью, маслоделие в России получило бурное развитие.

Россия до 1914 г. занимала ведущее место на мировом рынке по экспорту масла, на ее долю приходилась четвертая часть. Экспорт масла давал России ежегодно прибыли в 2,5 раза больше, чем ее золотопромышленность. В 1913 г. Россия вывезла 80 тыс. т масла.

Наша страна (СССР) с 1957 по 1990 гг. занимала первое место в мире по производству молока и сливочного масла. В 1990–91 гг. сливочного масла вырабатывалось 1730 тыс. т в год, что равняется ежегодному производству его в США, Германии и Франции, вместе взятых. На производство масла затрачивалось 47% молока, поступающего на заводы страны. Маслодельная промышленность была представлена 1950 крупными хорошо механизированными маслодельными предприятиями производительностью 6000 кг масла в смену.

В 1995 г. было выработано 391 тыс. т, а в 2000 г. – 267 тыс. т масла.

Глава 17. Виды масла, способы производства

Сливочное масло – продукт с высокой концентрацией молочного жира, обладающего среди природных жиров наибольшей пищевой и биологической ценностью. Масло имеет приятный специфический вкус и запах, желтый или желтовато-белый цвет, достаточно твердую, пластичную консистенцию при 10–12 °С, сохраняет форму в широком диапазоне температур потребления (10–25 °С).

В масле традиционного химического состава содержится: массовая доля жира – 81–83%, влаги – не более 16%, СОМО – 1,0–1,5%, соли – не более 1,0% (соленое масло) с соответствующим уменьшением массовой доли жира. Энергетическая ценность масла составляет около 32682 кДж/кг при средней усвояемости жира 97% и сухих веществ плазмы 94%. Биологическая ценность масла дополняется содержанием в нем жирорастворимых витаминов: А (ретинола) – 6,4–7,5 мг/кг; β-каротина – 4,2–5,0 мг/кг; D (кальциферола) – 4,2 мкг/кг; Е (токоферола) – 15,4–22,0 мг/кг. В малых количествах присутствуют и водорастворимые витамины B_1, B_2, B_{12}, РР и др. С уменьшением в масле содержания массовой доли молочного жира и увеличением СОМО соответственно увеличивается содержание водорастворимых и уменьшается содержание жирорастворимых витаминов.

Содержание витаминов и полиненасыщенных жирных кислот в зимнем масле соответственно уменьшается в 5–10 раз и в 2–3 раза, что связано в основном со снижением пищевой ценности кормов, а также с лактационным периодом и географической зоной.

Лецитина в масле содержится 200, холестерина – 200–240 мг/100 г, фосфолипидов – 89–120 мг/100 г. Полиненасыщенные жирные кислоты необходимы для организма как биологически активные вещества в клеточном обмене, в регулировании углеводно-жирового и холестеринового обмена, окислительно-восстановительных процессов; фосфатиды участвуют в построении мембран клеток организма, синтезе белков, ферментов; холестерин – в образовании гормонов, желчных кислот, в клеточном обмене мозга и др.

В масле содержатся фосфаты и другие минеральные вещества.

Известно свыше 20 видов сливочного масла, различающихся по химическому составу, вкусу, запаху и консистенции. Качество и свойства масла зависят от методов переработки сливок, качества используемого сырья, вкусовых и ароматических добавок. В настоящее время созданы и разрабатываются новые виды масла, сбалансированные по химическому составу, повышенной биологической ценности, пониженной жирности, с разнообразными вкусовыми оттенками.

По определению сессии ММФ, коровье масло должно иметь в составе молочного жира не менее 51%, а топленое – 100%. Вместо молочного жира в масло вводятся растительные и другие жиры. В молочном жире недостаточно содержание эсенциальных полиненасыщенных жирных кислот, поэтому небольшая замена (7–10%) молочного жира растительным маслом оправдана с точки зрения повышения его биологической ценности. Но когда замена молочного жира растительными и другими жирами составляет от 20 до 49%, это не увеличивает ни физиологическую, ни биологическую ценность продукта. Могут быть виды такого масла специального назначения, но для повседневного потребления натуральное сливочное масло, в котором нет замены молочного жира другими жирами, по качеству, органолептическим показателям, пищевой и биологической ценности не имеет себе равного аналога.

М. М. Казанский, теоретик отечественного маслоделия, признанный авторитет во всем мире, предложил классификацию сливочного масла в зависимости от его химического состава, используемого сырья и технологии получения. Принципы этой классификации легли в основу современного видового состава масла. В связи с тенденцией совершенствования компонентного состава масла его следует подразделить на виды традиционного химического состава – с массовой долей жира 82–83%, влаги не более 16, СОМО 1,0–1,5%, и нетрадиционного – с повышенным содержанием плазмы, СОМО, с частичной заменой молочного жира рафинированным и дезодорированным растительным маслом и другими жирами (табл. 17.1).

1. Масло из сливок молока (сливочное).

Традиционного химического состава:

сладкосливочное – изготовлено из свежих пастеризованных сливок; вырабатывается соленым (с добавлением соли) и несоленым;

вологодское – из свежих сливок, пастеризованных при высоких температурах (93–95 °С), обладает специфическим выраженным запахом и вкусом пастеризации («ореховый»), вырабатывается только несоленым;

кислосливочное – из свежих пастеризованных сливок, сквашенных чистыми культурами молочнокислых и ароматообразующих бактерий; вырабатывается соленым и несоленым.

Нетрадиционного химического состава:

с повышенным содержанием молочной плазмы (не более 20–35%) – любительское, башкирское, крестьянское, бутербродное;

с частичной заменой молочного жира растительным маслом и другими жирами – диетическое, славянское, детское, особое и др;

масло с наполнителями: с молочно-белковыми – чайное, ярославское, домашнее, сырное, столовое, десертное, сливочная паста; с вкусо-

17.1. Содержание основных компонентов в некоторых видах сливочного масла

Состав	Разновидности масла				
	традиционное (классическое)	любительское	крестьянское	топленое	с вкусовыми наполнителями
Массовая доля жира, %: несоленое соленое	82,5–83 82	78,5	72,5	99	52–57
Массовая доля плазмы, %	16,0	20,0	25,0	не более 0,7	до 30
СОМО, %	1–1,5	1,4–1,5	2,5	не более 0,3	до 18
Лактозы в СОМО, %	0,81	1,05	1,35	–	5,4–6,5
Фосфолипидов, мг/100 г	89–120	99–129	134–140	–	360
Холестерина, мг/100 г	190	188	180	–	150

выми и другими наполнителями – шоколадное (с какао, сахаром и ванилью), медовое (с натуральным медом), фруктовое и ягодное (с фруктовыми и ягодными соками). Можно использовать и другие растительные наполнители – продукты моря, овощи, цикорий и др. В зависимости от вида и количества вводимого наполнителя массовая доля жира в масле снижается до 51–76%.

2. Масло из сливок молочной сыворотки – подсырное, станичное. Оно может быть сладкосливочным и кислосливочным, соленым и несоленым, а также использоваться как сырье для вытапливания чистого жира.

3. Масло плавленое (М. М. Казанский), подвергнутое тепловой и механической обработке (плавление высокосортного масла при низкой температуре с изменением его структуры и упаковкой в консервную металлическую тару):

восстановленное – полученное эмульгированием молочного жира с плазмой молока и последующей механической обработкой;

топленое – выработанное перетапливанием масла-сырца;

молочный жир – вырабатывается обезвоживанием и рафинированием топленого масла;

фракции молочного жира – получают фракционированием молочного жира.

4. Масло консервное стерилизованное – из высокожирных сливок, расфасованных в консервную металлическую тару с последующей стерилизацией и охлаждением (Г. В. Твердохлеб, В. Ф. Чапцев).

Затраты молока с массовой долей жира 3,6% на 1 т: сливочного масла традиционного химического состава – 23,71 т; любительского – 22,4; крестьянского – 20,88; с наполнителями – 17,83; бутербродного – 17,93; чайного – 17,26; ярославского – 14,96 т.

В последнее время увеличился выпуск масла с пониженным содержанием жира (до 70–80% общего объема производства).

Для производства сливочного масла в нашей стране используют коровье молоко, но можно применять также и буйволиное молоко или смеси его с коровьим, особенно при выработке топленого масла и молочного жира. Такие продукты широко распространены в странах с жарким климатом, где преимущественно применяют топленое масло, выработанное из смеси коровьего и буйволиного молока («ги» в Индии, «самна» в Египте).

Способы производства масла. Технология масла основана на концентрировании жировых шариков сепарированием при получении сливок нужной жирности, их последующей термомеханической обработке для осуществления сложных физико-химических процессов отвердевания глицеридов молочного · а и разрушения оболочек жировых шариков, формирования структуры и консистенции продукта.

Существуют два основных способа производства сливочного масла: 1) сбиванием сливок в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия и 2) преобразованием высокожирных сливок.

При изготовлении масла методом сбивания сливок (рис. 17.1) поступающее на завод сырье сортируют и взвешивают на весах или с помощью молокосчетчика. Принятое молоко сливают в приемную ванну, откуда насосом оно подается в пластинчатый теплообменник. Подогретое до температуры сепарирования молоко поступает в сепараторы-сливкоотделители. Сливки из сепаратора, а также поступающие из сепараторных отделений, направляются в промежуточный бачок, откуда насосом перекачиваются в пластинчато-пастеризационную установку. Охлажденные после пастеризации сливки поступают в ванны, где их выдерживают для созревания. При производстве кислосливочного масла в этой же ванне сквашивают сливки.

Обезжиренное молоко из сепаратора направляется в пластинчатый пастеризатор, а оттуда – в цех дополнительной продукции или в бак для возврата сдатчикам.

Подготовленные к сбиванию сливки самотеком или под напором насоса поступают в маслоизготовитель непрерывного или периодического действия, в котором последовательно происходит сбивание сливок, промывка масляного зерна и его механическая обработка с регулированием содержания влаги и консистенции. При выработке соленого масла

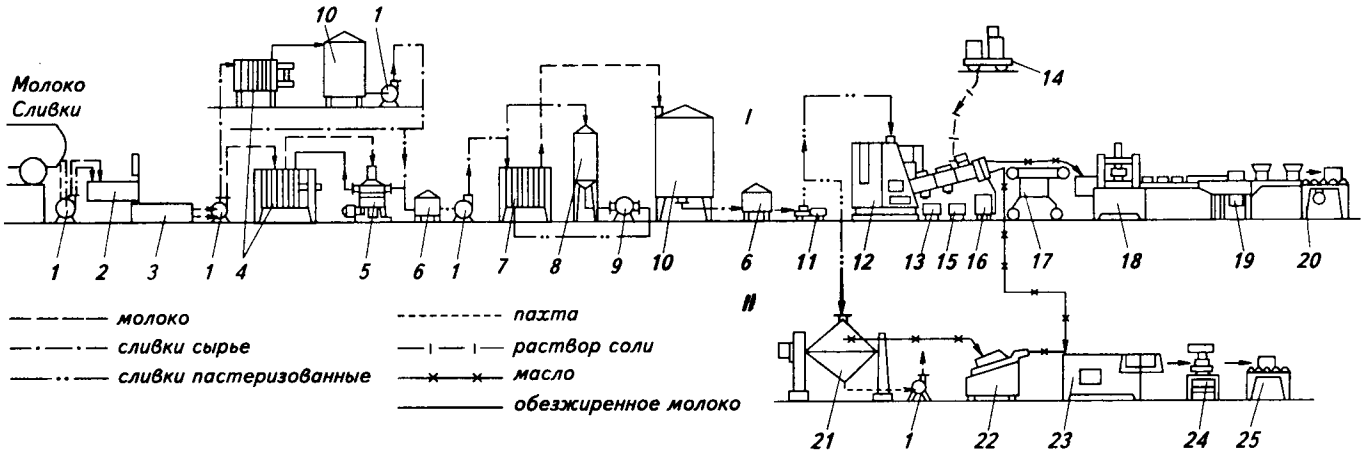


Рис. 17.1. Технологическая схема производства масла методом сбивания сливок:

I – в маслоизготовителях периодического действия; II – в маслоизготовителях непрерывного действия; 1 – центробежный насос; 2 – весы; 3 – приемная ванна; 4 – пластинчатый теплообменник; 5 – сепаратор-сливкоотделитель; 6 – промежуточный бак; 7 – пластинчатый пастеризатор-охладитель; 8 – дезодорационная установка; 9 – насос для сливок; 10 – емкость для сливок; 11 – винтовой насос; 12 – маслоизготовитель непрерывного действия; 13 – бак для пахты с насосом; 14 – устройство для посолки масла; 15 – бак для промывной воды; 16 – устройство для дозирования воды в масло; 17 – конвейер для масла; 18 – автомат для мелкой фасовки масла; 19 – автомат для укладки брикетов масла в короба; 20 – устройство для заклейки коробов с маслом; 21 – маслоизготовитель периодического действия; 22 – гомогенизатор масла; 23 – машина для фасования масла в короба; 24 – весы; 25 – рольганг

в маслоизготовителях периодического действия соль вносят в масляное зерно после промывки или в пласт масла при его обработке, а в маслоизготовителе непрерывного действия – с помощью устройства для посолки масла. Готовое масло поступает на фасование в маслоформовочную машину или автомат для мелкого фасования. Упакованный продукт передают в маслохранилище.

Разработаны новые непрерывно-поточные методы производства масла способом сбивания, предусматривающие протекание всех процессов, от сырья до готового продукта, непрерывно.

Производство масла путем преобразования высокожирных сливок исключает длительное физическое созревание сливок; концентрирование сливок сепарированием до требуемой жирности позволяет провести весь цикл непрерывно при значительном сокращении производственных площадей (В. А. Мелещин, Н. Я. Лукьянов, А. И. Желтаков, М. М. Казанский). Схема производства масла этим методом показана на рис. 17.2.

Сливки средней жирности (32–35%), полученные обычным методом сепарирования, пастеризуют в трубчатом пастеризаторе и подают на сепаратор для высокожирных сливок, где их жирность доводят до жирности масла (82,5–83,0%). Чтобы процесс сепарирования был непрерывным, в линии устанавливают три таких сепаратора. Высокожирные сливки поступают в ванну с мешалкой, где их нормализуют до стандартной жирности. В линию входят три ванны, наполняющиеся сливками поочередно, поэтому непрерывность потока не нарушается. Нормализованные сливки ротационным насосом-дозатором подают в цилиндрический или пластинчатый маслообразователь. Здесь они в тонком слое

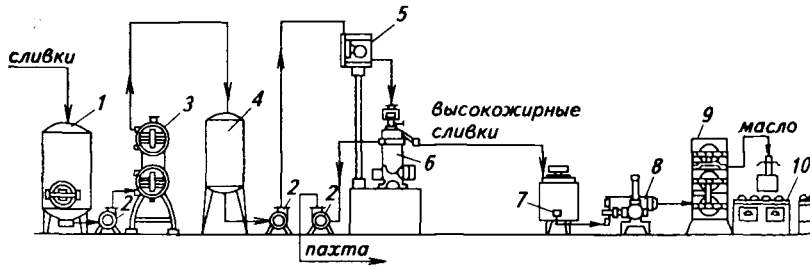


Рис. 17.2. Схема технологической линии производства масла способом преобразования высокожирных сливок:

1 – емкость для сливок; 2 – насос; 3 – трубчатая пастеризационная установка; 4 – дезодоратор; 5 – напорный бачок; 6 – сепаратор для высокожирных сливок; 7 – ванна для нормализации; 8 – насос-дозатор; 9 – цилиндрический маслообразователь; 10 – конвейер

охлаждаются, перемешиваются и постепенно преобразуются в масло, которое вытекает непрерывной струей в ящик, где быстро затвердевает. Готовый продукт упаковывают и отправляют в маслохранилище.

В нашей стране также разработан новый способ производства масла путем вакуумной обработки высокожирных сливок (В. Страхов, М. М. Казанский, Ф. Вышемирский, Ю. Кузьмин). Он состоит в том, что сливки с массовой долей жира 78% распыляют в камере с глубоким вакуумом. При моментальном самоиспарении капли сливок быстро охлаждаются, преобразуются в масляное зерно, которое в маслообработнике формируется в пласт масла.

Глава 18. Требования, предъявляемые к сырью в маслоделии. Подготовка сырья к переработке на масло

Качество сырья

Качество масла и стойкость его при хранении в наибольшей мере зависят от исходного сырья. Качество продукта невозможно улучшить никакими техническими приемами, если сырье не соответствует требованиям, определяющим его доброкачественность.

Молоко. На выработку масла направляется только натуральное свежее молоко, полученное от здоровых коров, бактериально чистое, не содержащее механических примесей, лишенное вкусовых и иных пороков, кислотностью 16–18 °Т.

Кроме того, к молоку, идущему на выработку масла, предъявляются специфические требования, касающиеся главным образом состояния жировой фазы, ее дисперсности и особенностей ее химического состава. С повышением массовой доли жира в молоке повышается степень использования жира в масле, уменьшается отход жира в обезжиренное молоко и пахту. Так, при массовой доле жира в молоке 3,5% расходуется 24,4 т молока на 1 т несоленого масла традиционного химического состава, при этом степень использования жира составляет 96,83%; при повышении жирности молока до 4,5% соответственно уменьшается расход молока до 18,91 т и степень использования жира повышается до 97,18%. Большое значение имеет величина жировых шариков. Мелкие шарики диаметром до 1 мкм большей частью остаются в обезжиренном молоке и пахте, а средние и крупные, относительная поверхность которых меньше, отходят в сливки, быстрее дестабилизируются при маслообразовании и входят в состав масляного зерна, в целом повышая выход сливок и ускоряя процесс маслообразования. Данные, характеризующие величину жировых шариков молока, представлены в табл. 18.1.

Основная масса жировых шариков имеет диаметр 2–4 мкм, в 1 мл молока количество жировых шариков в среднем 1–3 млрд. Более крупные жировые шарики наблюдаются в молоке в начале и середине лактации, при обильном кормлении, в летний пастбищный период, а также при равномерном строгом режиме доения. В молозиве и стародойном молоке количество мелких жировых шариков (диаметром 0,5–1,5 мкм) резко увеличивается, в стародойном их удельный вес достигает 70%, поэтому сливки из такого молока являются «несбивающимися» в масло.

На дисперсность жировой фазы молока влияет порода коров: у джерсейской средний диаметр жировых шариков наибольший, у черно-пестрой – наименьший, а у коров степной, ярославской и симментальской – имеет промежуточное значение.

18.1. Распределение жировых шариков молока по величине

Диаметр жировых шариков, мкм	Распределение жировых шариков по величине, %, по данным:			
	Г. С. Инихова	М. М. Казанского	Н. И. Розова	Г. В. Твердохлеб
0–2	15,3–31,7	5,4–43,9	29,9–75,0	36,2–37,3
2–3	30,0–38,7	52,4–91,7	11,5–52,0	32–37
3–4	18,0–32,0		3,9–15,8	22,5–24,2
4–5	9,7–16,0	14,5–29,1	0,0–7,8	
5–6	5,0–6,0	1,1–3,9	0,0–2,3	2,43–5,1
свыше 6	0,4–1,7	0,8–3,5		1,7–2,1

Биологическая ценность, товарные свойства и сохранность масла, а также технологические режимы его производства в значительной степени определяются химическим составом молочного жира. Молочный жир является самым ценным из природных жиров. В образовании его глицеридов участвуют более 157 жирных кислот, сбалансированных по качественному и количественному составу, обеспечивающих полноценное питание растущему организму. Более половины жирных кислот представлено в молочном жире в концентрациях менее 0,1%, а их общее содержание составляет 1%.

Половину молочного жира составляют жидкие при комнатной температуре фракции, в которых растворены средне- и легкоплавкие (Г. В. Твердохлеб). Температура плавления молочного жира – 27–33 °С, т. е. ниже температуры тела млекопитающего, что обусловливает легкую и почти полную его усвояемость организмом животного (97–98%).

Жирнокислотный состав молочного жира имеет значительные колебания в зависимости от породы и продуктивности, периода лактации, условий кормления и содержания, природно-сельскохозяйственной зоны.

Под руководством Г. В. Твердохлеб в течение около 10 лет изучался жирнокислотный состав и физико-химические, технологические свойства молочного жира (способность к отвердеванию и др.) во всех природнохозяйственных зонах бывшего СССР, при этом были найдены большие различия. Приводим некоторые данные в табл. 18.2.

Жирнокислотный показатель (ЖКП) (Г. В. Твердохлеб, В. Н. Нестеров) выражает отношение количества высокомолекулярных насыщенных жирных кислот, содержащихся в жире, к сумме низкомолекулярных насыщенных и ненасыщенных. Низкомолекулярные насыщенные жирные кислоты близки по технологическим свойствам к ненасыщенным кислотам.

18.2. Массовое содержание основных жирных кислот в молочном жире, % (по данным Г. В. Твердохлеб)

Жирные кислоты	Содержание, %	
	летом	зимой
Насыщенные низкомолекулярные		
Масляная	0,18–0,62	0,49–1,71
Капроновая	1,42–1,74	1,75–2,50
Каприловая	1,09–1,44	1,44–1,71
Каприновая	2,40–3,34	2,84–3,61
Всего низкомолекулярных насыщенных	5,46–7,60	7,61–10,80
Насыщенные средне- и высокомолекулярные		
Лауриновая	2,96–3,81	3,22–4,21
Миристиновая	11,47–12,31	10,98–12,97
Пальмитиновая	26,29–28,03	27,37–33,80
Стериновая	9,11–10,46	6,48–9,81
Всего средне- и высокомолекулярных насыщенных	57,47–59,66	58,31–65,09
Ненасыщенные		
Олеиновая	25,30–28,89	18,35–27,88
Линолевая	2,62–3,69	1,93–2,62
Линоленовая	0,90–2,43	0,52–0,87
Всего ненасыщенных	33,10–36,3	25,88–33,8
Жирнокислотный показатель	1,24–1,47	1,39–1,84

Величина ЖКП характеризует технологические свойства молочного жира: чем ниже ЖКП, тем более легкоплавкий жир. Зимой, при стойловом содержании скота, в молочном жире увеличивается количество высокоплавких насыщенных жирных кислот и уменьшается легкоплавких ненасыщенных, вследствие чего жир имеет повышенную температуру плавления, а масло приобретает более твердую консистенцию. Летом, при переходе скота на пастбища, в молоке значительно возрастает содер-

жание ненасыщенных жирных кислот и жидких при комнатной температуре фракций, поэтому масло имеет более мягкую консистенцию.

Жирнокислотный показатель летом может колебаться в зависимости от природно-сельскохозяйственной зоны от 1,1 до 1,8, а зимой – от 1,35 до 2,14. Наибольшее количество биологически ценных ненасыщенных жирных кислот содержится в молочном жире коров в северо-западных областях бывшего СССР (особенно в Вологодской, Новгородской областях), Западной Сибири и на Алтае, наименьшее – в южных, юго-восточных промышленных районах, где быстро выгорают пастбища или не хватает зеленого корма (южные, юго-восточные области Украины, Молдавии, среднеазиатские регионы). В зависимости от ЖКП молочного жира избираются оптимальные режимы получения масла.

Сезонные изменения отражаются главным образом на количестве миристиновой, пальмитиновой, стериновой, олеиновой и линолевой кислот. Разница в содержании ненасыщенных кислот при этом может составлять от 12 до 37%.

Различные сочетания жирных кислот образуют большое число глицеридов молочного жира (более 3000): 93–98% триглицеридов разнокислотных, 0,3–1,5 диглицеридов и около 0,2% моноглицеридов. В составе молочного жира определено 25–31% тринасыщенных триглицеридов, 44–45 мононенасыщенных, 21–25 диненасыщенных и 3–5% триненасыщенных. Большинство триглицеридов представляет собой сочетание одной низкомолекулярной кислоты и двух высокомолекулярных. От содержания жирных кислот, сочетания и размещения их в триглицеридах зависят фракционный состав и физико-химические свойства молочного жира – температуры плавления и отвердевания, степень и характер отвердевания глицеридов, липолитическая стойкость и пр.

Некоторые корма, не воздействуя непосредственно на вкус и запах молока, изменяют химический состав молочного жира в сторону увеличения или уменьшения количества легкоплавких глицеридов, а также глицеридов, образованных летучими низкомолекулярными жирными кислотами, вследствие чего изменяются консистенция, вкус и запах вырабатываемого из такого молока масла. По изучению влияния различных кормов на химический состав молочного жира и качество масла в нашей стране проведено большое количество исследований М. Е. Казанским, М. М. Казанским, Г. С. Иниховым, А. А. Ломуновым.

По воздействию на химический состав молочного жира М. М. Казанский разделил корма на три группы. К кормам первой группы относятся: рыбная мука, льняной, подсолнечный, конопляный жмых, свежий силос, кукуруза, просо, овсяная дробина, мука зерновых культур, барда, зеленые корма пастбищ (за исключением лесных и с кислыми травами).

При скармливании их животным в молочном жире повышается содержание ненасыщенных и летучих жирных кислот, йодное число достигает 44–48. Масло из такого молока имеет мягкую консистенцию и повышенную влажность, хорошо выраженный аромат.

Корма второй группы богаты крахмалом, сахаром, клетчаткой. Это ячмень, овес, шроты, ржаные отруби и дробина, горох и продукты его переработки, хлопковый и кокосовый жмыхи, многие корнеплоды и их ботва (особенно картофель и сахарная свекла), кукурузный силос и зеленая кукурузная масса, трава лесных пастбищ, луговое сено, солома и др. Содержание летучих и ненасыщенных жирных кислот при их скармливании скоту в молочном жире понижается, поэтому масло получается твердой консистенции, высокоплавким, склонным к засаливанию, плохо удерживающим влагу.

При скармливании кормов третьей группы – пшеничных отрубей, подсолнечного шрота, клевера и сена, богатого злаковыми растениями, получается масло с нормальным составом жира и хорошей консистенцией.

Однообразное кормление, когда преобладают корма какой-то одной группы, отрицательно сказывается на качестве масла. Поэтому рационы для молочного скота должны быть полноценными и разнообразнми. Кормовые рационы для молочного скота нужно составлять таким образом, чтобы отрицательное действие одних кормов компенсировалось другими.

Химический состав молочного жира и качество масла зависит также от породы коров (В. Стародубцев, М. Куркова). Так, молоко коров симментальской породы дает молочный жир с большим содержанием мононенасыщенной олеиновой кислоты (31%) и полиненасыщенных жирных кислот, что обусловливает его высокую биологическую ценность и получение масла с нежной, пластичной консистенцией. Коровы голландской и черно-пестрой пород дают молоко со значительно более низким содержанием олеиновой и ненасыщенных жирных кислот в молочном жире (22–23% и 29,4–28,6% соответственно) по сравнению с молочным жиром симментальской породы коров. Особенно низкое содержание олеиновой кислоты (18,4%) и ненасыщенных жирных кислот (24,5%) имеет молоко коров джерсейской породы; в нем значительно увеличено содержание тугоплавких насыщенных жирных кислот (66,9%). Масло из такого молока получается твердым и крошливым.

Процессы маслообразования в значительной мере зависят от устойчивости жировой фазы молока и сливок, обусловленной свойствами липопротеиновых оболочек жировых шариков и коллоидно-физическим состоянием плазмы (величина pH, солевое равновесие и пр.).

В свежевыдоенном молоке жировая фаза представляет собой эмульсию молочного жира в плазме. Эмульсия представлена жировыми шариками в плазме. Жировой шарик состоит из глицеридного ядра, окруженного оболочкой. При охлаждении, перемешивании, тепловом воздействии происходят существенные физико-химические и коллоидные изменения жировой фазы, и она приобретает свойства дисперсии.

Жировая дисперсия молока обладает высокой агрегативной устойчивостью, что в основном обусловлено оболочками жировых шариков, препятствующих контакту и агрегации глицеридных глобул.

Толщина нативных оболочек жировой глобулы достоверно не установлена, но можно считать, что она составляет, согласно многочисленным исследованиям, 40–70 нм. Оболочка образуется в молочной железе при синтезе молока и является модифицированной клеточной мембраной. В дальнейшем она модифицируется при контакте с молочной плазмой, повышается ее стабилизирующая способность.

Жировые шарики имеют отрицательный электрический заряд (около 14 мВ), поэтому при столкновениях отталкиваются друг от друга. Появление электрического заряда является результатом диссоциации ионогенных групп компонентов поверхностного слоя оболочки. В состав оболочек жировых шариков входят белки, фосфолипиды, цереброзиды, жирные кислоты, стеролы, щелочная фосфатаза, соли Cu, Fe, Mg и других металлов. Основными компонентами оболочки являются белок и фосфолипиды. Первичная структура оболочечного белка обусловлена дисульфидными связями, а третичная и четвертичная – аполярными (А. П. Белоусов).

Существует несколько моделей строения оболочки. Большинство исследователей трактуют структуру оболочки как двухслойную. Внутренний слой оболочки состоит из липопротеиновых субъединиц, по структуре он подобен клеточной мембране и прочно связан с глицеридным ядром (Г. И. Клебанов). Другие ученые (Ф. Своуп, Дж. Бруннер) считают, что внутренний слой оболочки представляет собой каркас из нерастворимого белка и на нем адсорбированы липопротеиновые комплексы (деградированные элементы плазменной мембраны).

Внешний слой оболочки построен из липопротеиновых комплексов различных размеров (Г. И. Клебанов). Липопротеиновые мицеллы внешнего слоя богаты гликопротеинами (10%). Гликопротеины адсорбируются на поверхности липопротеиновых мицелл и обусловливают их устойчивость на границе с водной фазой.

Нативная оболочка обладает высокой способностью связывать воду – большей по сравнению с компонентами плазмы. Часть связанной воды может образовать сульфатный слой, примыкающий к поверхности нативной оболочки.

При нагревании и охлаждении при выработке масла устойчивость жировой дисперсии молока снижается. Происходит переход компонентов оболочки в плазму. Чем выше температура нагревания или чем ниже температура охлаждения, тем больше оболочечного вещества переходит в плазму. Стабильность оболочки жировых шариков снижается.

Требования, предъявляемые к жирности сливок в маслоделии

Сливки, используемые для выработки масла, должны быть однородными по жирности и качеству. При колебаниях в жирности сливок, чтобы избежать ухудшения консистенции масла и повышения отхода жира в пахту, приходится изменять технологические и технические условия сбивания масла, а это нарушает требования стандартизации технологических процессов.

Для получения сливок постоянной жирности выход их из сепаратора регулируют в соответствии с жирностью поступающего молока. При этом исходят из следующей зависимости:

$$Ж_{сл} = \frac{100Ж_м - (100 - В)0,05}{В},$$

где $Ж_{сл}$ *– массовая доля жира в сливках, %;* $Ж_м$ *– массовая доля жира в молоке, %;* В *– выход сливок, %; 0,05 – массовая доля жира в обезжиренном молоке.*

Оптимальную жирность сливок выбирают в зависимости от способа производства и вида вырабатываемого масла. При этом исходят из требования обеспечить наименьший отход жира в обезжиренное молоко и пахту, а также наилучшую консистенцию масла при максимальном сокращении затрат времени, рабочей силы и энергии на единицу вырабатываемого продукта.

В некоторых странах для выработки масла используют сливки пониженной жирности. Такое масло более ароматно, что объясняется высоким содержанием плазмы в исходных сливках (запах масла обусловлен изменением некоторых компонентов плазмы при пастеризации). В других странах, напротив, на производство масла направляют сливки максимально допустимой жирности. Это способствует значительному увеличению производительности труда и сокращению расходов на транспортирование сливок.

Долгое время считалось, что при переработке высокожирных сливок ухудшается консистенция масла. Однако такое мнение несправедливо. Необходимо учитывать особенности отвердевания жировой фазы сливок повышенной жирности при физическом созревании. Чем выше жирность сливок, тем медленнее протекает отвердевание в жировых шариках. Из-за быстрого повышения вязкости достигается также меньшая

по сравнению со сливками более низкой жирности степень отвердевания. Если физическое созревание сливок проводится в течение нескольких часов, то жирность сливок можно повысить до 55%, и это практически не скажется на интенсивности отвердевания жира. В то же время высокая концентрация жира способствует ускорению процесса сбивания (при нормальных потерях жира с пахтой) и повышению производительности труда.

Иногда доставка сырья на предприятия связана с длительными перевозками. В этом случае с целью предохранения сливок от бактериальной порчи и снижения транспортных расходов следует использовать более жирные сливки, которые из-за меньшего содержания плазмы являются не столь благоприятной средой для развития бактерий, как маложирные. Чтобы сливки повышенной жирности равномерно смешивались с добавляемым для нормализации молоком, их предварительно подогревают до 40 °С. При сбивании сливок повышенной жирности маслоизготовитель необходимо заполнить на 33–35% его вместимости. Это объясняется особенностями пенообразования и повышенной вязкостью таких сливок. Уменьшение степени заполнения позволяет предотвратить перегрузку обработочных вальцов маслоизготовителя.

В маслоизготовителях периодического действия сладкосливочное масло сбивают из сливок 32–35%-ной жирности, высокоароматное вологодское – 24–28%-ной и кислосливочное – 35–38%-ной, с учетом того, что сливки разбавляются закваской, приготовленной на обезжиренном или цельном молоке. Зимой, в период минимальной загрузки завода, когда сливок установленной жирности не хватает для нормальной работы маслоизготовителя, можно понизить жирность сливок до 20% при выработке вологодского масла и до 25% – при выработке сладко-сливочного и кислосливочного.

Маслоизготовители непрерывного действия работают на сливках повышенной жирности – 36–45%, а некоторые конструкции – на сливках 50%-ной жирности. Высокая концентрация жира способствует ускорению образования масляного зерна в потоке и повышению производительности аппарата.

Для производства масла с повышенным содержанием влаги – крестьянского, бутербродного – рекомендуется использовать сливки повышенной жирности, тогда получается более влагоемкое масляное зерно. Так, при использовании маслоизготовителей непрерывного действия А1-ОЛО рекомендуется применять сливки жирностью 38–45%; FBFC/1 – 38–55%, а КМ 1500 – 36–45%.

При выработке масла на поточных линиях способом преобразования высокожирных сливок независимо от вида вырабатываемого масла используют сливки средней жирности – 32–37%.

Транспортирование, приемка и сортировка сырья на предприятии

Радиус доставки сырья на перерабатывающее предприятие зависит от интенсивности развития молочного животноводства в районе действия предприятия, от мощности завода, качества дорог и транспортных средств. С концентрацией маслодельного производства сырьевая зона крупных заводов расширяется. Крупные маслодельные заводы, построенные в областных центрах, имеют возможность более рационально использовать отходы производства – обезжиренное молоко и пахту – на выработку нежирных молочных продуктов.

В период спада производства молока вследствие монополизации работы молочных предприятий в отрыве от интересов производителя молочного сырья решается проблема интеграции сельхозпроизводителей с перерабатывающими предприятиями на договорных началах.

С государственной точки зрения, строительство небольших перерабатывающих предприятий в крестьянских сельхозобъединениях является шагом назад и экономически маловыгодно. Минизаводы обеспечиваются менее квалифицированной рабочей силой, менее совершенным оборудованием, нет должной глубины переработки молока, увеличены потери сырья. Однако в современной ситуации такие предприятия играют положительную роль. Прежде всего, переработка молочного сырья максимально приближена к производителю, не требуется транспортных затрат на доставку сырья, энергетических затрат на его хранение. Молоко сразу же после получения перерабатывается, полнее и рациональнее используются отходы производства, повышается качество готовой продукции.

В 1997 и 1998 годах выработка масла снизилась в три раза по сравнению с 1990 годом и составляет 276,9 и 271,3 тыс. т соответственно.

Молоко и сливки на завод отправляются в охлажденном виде (не выше 10 °С). Перевозка осуществляется только в молочных изотермических цистернах по графику в строго определенные часы.

В поступающих молоке и сливках контролируют температуру, органолептические показатели (запах сливок проверяется при температуре 30 °С), кислотность методом титрования, массовую долю жира и чистоту по эталону, бактериальную обс мененность по редуктазной пробе, алкогольную пробу качества молока.

По данным анализов сырье сортируют, молоко и сливки каждого сорта перерабатывают отдельно, не смешивая. Сливки первого сорта должны иметь чистый, свежий, сладковатый вкус, без посторонних привкусов, без комочков масла, хлопьев белка, температуру не выше 10 °С. Сливки со слабовыраженными кормовым привкусом и запахом,

со следами замораживания, с наличием отдельных комочков жира и хлопьев белка, с бактериальной обсемененностью II класса относятся ко второму сорту. В зависимости от кислотности сливки также относят к первому и второму сорту (табл. 18.3).

Для сливок первого сорта при пробе на кипячение не должно обнаруживаться хлопьев белка, для сливок второго сорта допускается наличие отдельных хлопьев. По редуктазной пробе обесцвечивание должно наступать не ранее чем через 3 ч для первого сорта. Сорт сливок определяют по наиболее обесценивающему показателю.

Сливки, не удовлетворяющие указанным требованиям, относят к некондиционным и допускают к переработке только после исправления.

В процессе хранения и транспортирования сливки следует предохранять от подмораживания, которое приводит к частичной дестабилизации жировых шариков и вытапливанию жира при пастеризации. Медленное оттаивание подмороженных сливок при температуре не выше 20–25 °С заметно уменьшает вытапливание жира.

Зимой для улучшения консистенции и повышения биологической ценности масла к зимним сливкам можно добавлять замороженные летние в соотношении 1:1.

Замораживание летних сливок с целью резервирования проводят в морозильной камере при температуре от –18 до –20 °С в течение 5 сут. Сливки предварительно пастеризуют при 95 °С, разливают в полиэтиленовые мешки вместимостью 10–40 кг, обычно массовая доля жира в сливках составляет 40–45%. С понижением их жирности ускоряется замораживание и уменьшается опасность их деэмульгирования. Снижение температуры замораживания до –30 °С повышает стойкость эмульсии. Размораживание сливок проводят при температуре 16–20 °С в течение суток. Более высокие температуры ускоряют размораживание, но могут вызвать дестабилизацию жировых шариков и последующее вытапливание жира при пастеризации. Размороженные сливки смешивают с обезжиренным молоком и подогревают смесь до 45–55 °С.

Замораживание сливок в жидком азоте (–80 °С) позволяет достигнуть высокой скорости замораживания, лучшего сохранения органолептических свойств и меньшей степени дестабилизации жировых шариков.

Близок по преимуществам метод замораживания распыленных сливок во взвешенном состоянии в среде инертного газа азота при температуре не выше – 5 °С. Крупинки замороженных сливок формируют в блоки в брикетировочной машине, упаковывают в полимерную пленку и хранят при температуре от –18 до –20 °С. Можно также мгновенно (30 с) замораживать сливки тонким слоем (1,2–1,5 мм) при –30 °С в виде чешуек на вальцовом охладителе. Замороженные сливки рекомендуется хранить при температуре –30 °С, тогда они дольше сохраняют свое качество.

18.3. Кислотность сливок, °Т, в зависимости от жирности

Сорт	Массовая доля жира, %					
	26–30	31–35	36–40	41–44	45–49	50–54
Первый	14–15	14	13	12	11	10
Второй	18	17	16	15	13	12

Исправление пороков сливок

Качество сливок, не удовлетворяющее требованиям первого сорта, можно улучшить соответствующей обработкой. Характер обработки зависит от того, какие недостатки обнаружены в сливках.

Фильтрация для очистки от механических примесей без подогрева проводится через несколько слоев марли или лавсана, а с предварительным подогревом до 40–45 °С (чтобы расплавились отвердевшие жировые шарики и комочки жира) – через фланелевые фильтры. Отвердевшие жировые комочки холодных сливок быстро забивают поры фильтрующей ткани.

Промывка – наиболее распространенный способ исправления сливок. Промывкой удаляют многие привкусы (нечистый, старый, дрожжевой, кормовые, кислый), носителем которых является плазма. Сливки промывают водой и обезжиренным молоком. Для этого их разбавляют водой с температурой 45–50 °С до жирности 5–8%, размешивают и сепарируют. Полученные сливки вновь разбавляют доброкачественным обезжиренным молоком до жирности 5–8% и опять сепарируют. Если проба на вкус показывает, что такой обработки недостаточно, промывку и сепарирование повторяют.

Существенным недостатком этого способа являются значительные потери жира при сепарировании, а также дополнительные затраты труда и энергии. Промытые сливки сбиваются быстрее, но в пахту отходит больше жира, вследствие чего его потери увеличиваются на 1,5–3%. Промытые сливки нужно немедленно пастеризовать.

Используется метод промывки на предприятиях, где нет возможности применять дезодорацию и вакреацию.

Аэрация, дезодорация и вакреация способствуют устранению посторонних привкусов и запахов. Слабовыраженные запахи можно удалить продуванием воздуха через тонкий слой нагретых сливок или проветриванием сливок при стекании их по открытой поверхности оросительного охладителя. Обычная пастеризация сливок, особенно высокотемпературная, значительно ослабляет посторонние привкусы.

Для удаления адсорбированных запахов можно применить обработку сливок в дезодораторах при остаточном давлении 0,08–0,09 МПа и температуре 55–60 °С, при которой они кипят. Вместе с соковыми па-

рами из сливок удаляются летучие вещества, придающие им посторонний запах. Степень удаления летучих веществ зависит от относительной молекулярной массы и давления паров, обусловленного температурой кипения. При наличии высокомолекулярных соединений, температура кипения которых выше температуры кипения воды, существенной дезодорации сливок не происходит. Поэтому запахи лука, чеснока, химикатов и нефтепродуктов при такой обработке не удаляются.

Кроме дезодорации широко применяют вакреацию, в процессе которой сливки распыляются под вакуумом и обрабатываются паром.

Существуют специальные аппараты – дезодораторы и вакреаторы, в которых в условиях разрежения осуществляется паровая дистилляция из сливок пахучих веществ, образующих с водяным паром азеотропные смеси. Применяют вакуум-дезодорационные установки РЗ-ОДА, ОДУ-2, ОДУ-3, последняя входит в автоматизированную линию поточного производства масла П8-ОЛФ (1000 кг/ч) и в отечественную А1-ОЛО; РЗ-ОДА – в новую линию РЗ-ОЛА (2000 кг/ч) в комплекте с пастеризационной установкой РЗ-СТА (пастеризация инжекцией пара).

При температуре 80 °С сливки в потоке подают в вакуум-дезодорационную камеру, где при разрежении 0,04–0,06 МПа они кипят в течение 4–5 с при 65–70 °С. Интенсивность кипения и удаления посторонних привкусов достигается при достаточной разнице между температурами сливок до и при кипении, последняя обусловлена степенью разрежения. Этот процесс обычно регулируют повышением температуры сливок на входе в камеру, так как повышение разрежения приводит к чрезмерному удалению из сливок ароматических веществ, обусловливающих их специфический вкус. Для более полного удаления кормовых привкусов дезодорацию проводят при температуре 92–95 °С и разрежении – в осенне-зимний период 0,02–0,04, в весенне-летний от 0,01 до 0,03 МПа. Такие режимы оказывают отрицательное влияние на жировую дисперсию и плазму сливок.

Для повышения эффективности дезодорации предлагают разбрызгивание сливок в слое инертных (из фторопласта) шарообразных тел с предварительным введением в сливки $(NH_4)_2CO_3$ в количестве 0,02%, способствующем повышению термоустойчивости сливок.

В вакреаторах сливки в первой камере подвергаются высокотемпературной пастеризации при давлении 0,06–0,8 МПа и температуре пара 88–93 °С, во второй – вследствие дистилляции пара сливки дегазируются при давлении 0,05–0,061 МПа и температуре 71–82 °С, а в третьей они окончательно дегазируются при остаточном давлении 10,1–15,2 МПа. По выходе из вакреатора сливки немедленно охлаждают, чтобы предотвратить вытапливание жира.

После вакреации и дезодорации сливки приобретают «пустой» вкус, так как из них удаляются и нужные ароматические вещества. Их восстанавливают повторной пастеризацией при температуре 95 °С для восполнения утраченных вкуса и запаха. При дезодорации (разрежение 0,06 МПа) сливки теряют от 0,4 до 5,14% испаренной влаги, и массовая доля жира в них повышается на 1,7–4,9%, кислотность сливок снижается на 0,5–3,0 °Т (П. Мотекайтис). При дезодорации происходит частичная дестабилизация оболочек жировых шариков (деэмульгированного жира 5,4–7,77%). Кроме того, с понижением разрежения при дезодорации количество деэмульгированного жира увеличивается. Естественно, дезодорация способствует слиянию дестабилизированной дисперсии в крупные капли, а при прохождении сливок через насосы и дросселирующий вентиль, наоборот, идет дробление жировых шариков на мелкие.

Масло из вакреированных или дезодорированных сливок приобретает излишне твердую консистенцию и большую склонность к окислению. Поэтому дезодорацию и вакреацию следует применять только при необходимости.

Подготовка сливок к переработке на масло

Подготовка сливок к сбиванию проводится для получения масла хорошей консистенции, вкуса и запаха, для наиболее полного использования жира и повышения стойкости масла при хранении.

Масло вырабатывается только из пастеризованных сливок.

При выработке сладкосливочного масла подготовка сливок включает нормализацию, пастеризацию, охлаждение, низкотемпературную подготовку (физическое созревание); при производстве кислосливочного масла дополнительно производится сквашивание сливок чистыми культурами молочнокислых бактерий, при этом очередность физического созревания и сквашивания может меняться.

Сливки нормализуют по содержанию жира путем добавления цельного или обезжиренного молока. Если жирность поступивших сливок ниже требуемой, то их нормализуют с помощью сепаратора-нормализатора.

Пастеризация сливок

Сливки пастеризуют с целью уничтожения микрофлоры и разрушения ферментов липазы, пероксидазы, протеазы и лактазы, ускоряющих порчу масла. Наиболее теплоустойчивые пероксидаза и колостральная липаза разрушаются при нагревании выше 80 °С. Термоустойчивые ферменты лактаза и липаза бактериального происхождения инактивируются при температуре выше 85 °С. Следует также учитывать, что жировая дисперсия имеет низкую теплопроводность и медленнее прогре-

вается, чем плазма сливок. Благодаря этому микроорганизмы, находящиеся на поверхности жировых шариков, частично защищены от воздействия высоких температур. Поэтому сливки пастеризуют при более высоких температурах, чем молоко.

Для уничтожения вегетативной микрофлоры и инактивирования всех ферментов температура пастеризации сливок должна быть не ниже 85–87 °С.

В зависимости от метода и условий пастеризации эффективность уничтожения микрофлоры в сливках составляет 98–99,9%. Наиболее эффективна пастеризация в пластинчатых пастеризаторах, где сливки равномерно прогреваются в тонком слое.

Режим пастеризации избирают с учетом вида вырабатываемого масла, жирности и качества сливок. Под воздействием высоких температур сливки приобретают специфический запах и привкус, называемые ореховыми (*по сходству со вкусом жареных орехов*). Этот привкус должен быть отчетливо выражен в вологодском масле, других видах – очень слабо. Чтобы ароматические вещества, образующиеся при пастеризации сливок для вологодского масла, не улетучивались, пастеризацию их необходимо проводить в закрытой системе. Для получения вологодского масла сливки пастеризуют при 93–95 °С с выдержкой 5–10 мин, для сладкосливочного – при 85–87 °С, для кислосливочного – при 90–92 °С с такой же выдержкой для полного уничтожения теплолюбивой микрофлоры и иммунных тел, мешающих впоследствии развитию в сливках закваски на чистых молочнокислых культурах.

Для сладкосливочного масла рекомендуется температура пастеризации в пастбищный период 100–105, в стойловый – 105–115 °С. На заводах Эстонии для изготовления кислосливочного масла сливки пастеризуют при 95–110 °С, а для ослабления кормовых привкусов – при 106–110 °С.

Для обеспечения высокой эффективности пастеризации сливки высокой жирности, имеющие пониженную теплопроводность, необходимо выдерживать при температуре пастеризации более длительное время.

При выборе температуры пастеризации необходимо учитывать качество сливок. Комочки жира, слизь, грязь, пузырьки пены в сливках становятся для бактерий своеобразным защитным барьером от воздействия температур пастеризации. Поэтому такие сливки, а также бактериально обсемененные следует пастеризовать при более высоких температурах (сливки второго сорта – при 92–96 °С). Для сливок с адсорбированными посторонними и кормовыми привкусами температуру пастеризации повышают до 93–95 °С. При производстве масла, предназначенного для длительного хранения, также следует применять более высокие

температуры пастеризации, чтобы обеспечить не только высокую эффективность уничтожения микрофлоры и полное разрушение ферментов, но и образование сульфгидрильных групп (-SH), понижающих окислительно-восстановительный потенциал плазмы и играющих роль антиокислителей.

Сливки с металлическим привкусом пастеризуют при 75 °С с последующей выдержкой при этой же температуре в течение 10 мин. Более высокие температуры пастеризации приводят к усилению этого порока.

При достижении сливками определенной кислотности белок коагулирует, выпадая в виде хлопьев, в результате воздействия свободной молочной кислоты на кальций ККФК. Точка тепловой коагуляции белка тем ниже, чем выше концентрация молочной кислоты в сливках. Поскольку молочная кислота растворена только в плазме, то при равных значениях кислотности ее концентрация выше в более жирных сливках. Допустимая кислотность сливок различной жирности, при которой они могут выдержать пастеризацию без коагуляции белков, приведена в табл. 18.4.

Кислотность плазмы $К_п$ (в °Т) легко рассчитать, зная кислотность сливок и массовую долю жира, а следовательно, и плазмы, по следующему уравнению:

$$К_п = \frac{100К_{сл}}{100 - Ж_{сл}},$$

где $К_{сл}$ *– кислотность сливок, °Т;* $Ж_{сл}$ *– массовая доля жира в сливках, %.*

Кислотность сливок высокой жирности (свыше 40%) не следует пересчитывать на кислотность плазмы, поскольку в таких сливках на титруемую кислотность заметно влияет и кислотность жира.

Пастеризацию сливок проводят с помощью пластинчатой пастеризационно-охладительной установки или трубчатого пастеризатора, входящих в линии для производства сливочного масла.

В настоящее время в маслоделии стали применять более высокие температуры тепловой обработки – от 100 до 115 °С. Чтобы предотвратить пригорание белка, в пластинчатом аппарате отечественной линии А1-ОЛО сливки нагревают до 65 °С, а окончательный нагрев до 95–115 °С производят в трубчатом аппарате. Чтобы предотвратить вскипание сливок в пристенном слое и отложение белка, на выходном трубопроводе трубчатого пастеризатора имеется подпорный кран с манометром для создания в продуктовом пространстве аппарата повышенного давления (не меньше давления греющего пара). Охлаждаются сливки до температуры 4–6 °С в пластинчатом аппарате. Если необходима дезодорация, то она осуществляется после подогревания сливок в пластин-

18.4. Допустимая кислотность сливок для разных режимов пастеризации, °Т (по данным М. М. Казанского)

Температура пастеризации, °С	Массовая доля жира в сливках, %										
	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44
До 85	25	25	24	24	22	22	21	21	21	21	20
До 90	24	24	23	22	21	21	21	20	20	20	19
Свыше 90	23	23	22	22	21	21	20	20	19	19	18

чатом аппарате. Применение комбинированной пастеризационно-охладительной установки способствует повышению производительности на 20–30%, и увеличивает продолжительность непрерывной работы.

При пастеризации из сливок удаляются растворимые газы, в том числе углекислый, а кислотность сливок понижается на 0,5–1 °Т. Происходят также структурные перестройки белковых веществ, особенно глубокие в сывороточных белках, отчего до 22–30% их выпадает в осадок. Протекает полимеризация казеина, увеличивается его молекулярная масса.

Снижение в процессе пастеризации концентрации белковых веществ в плазме сливок приводит к увеличению удельной поверхностной энергии и уменьшению вязкости сливок. При сбивании таких сливок образуется менее устойчивая пена, которая быстрее разрушается, в связи с чем ускоряется процесс сбивания и повышается отход жира в пахту.

При пастеризации частично разрушаются витамины В, С. Этому способствуют их легкая окисляемость кислородом воздуха из-за присутствия в них реакционноспособных двойных связей, а также образующиеся при окислении жира перекисные соединения.

При пастеризации сливок жировая фаза претерпевает изменения, усиливающиеся с увеличением температуры и длительности воздействия. Происходит частичная десорбция липопротеиновых оболочек жировых шариков, а иногда и полное их разрушение. Часть жировых шариков коагулирует, образуя крупные капли вытопившегося жира. Из них впоследствии в масле образуются крупные кристаллы, придающие «мучнистость» консистенции. Особенно интенсивно жировые шарики теряют оболочки в сливках, подвергнутых медленному нагреванию и постепенному охлаждению. С повышением жирности сливок эти процессы протекают более активно.

Степень дестабилизации при температуре пастеризации 90–93 °С достигает 3,0–6,79%. С повышением температуры она увеличивается, особенно резко между 120 и 130 °С. Процессы дезодорации усугубляют эти явления.

При пастеризации частично повышается жирность сливок (1,7–4% вследствие испарения влаги.

Уменьшается также способность жировых шариков объединяться в кучки, поскольку в результате дегидратации оболочки жировых шариков «обсыхают» и перестают склеиваться. Количество кучек жировых шариков в пастеризованных сливках уменьшается почти вдвое сравнительно с непастеризованными, при меньшем размере самих кучек.

Происходящие при пастеризации сливок изменения жировой фазы отражаются на способности сливок к сбиванию, на ходе сбивания, на консистенции и структуре масла, а также на выходе готового продукта. Пастеризованные сливки быстрее сбиваются, но при этом несколько увеличивается содержание жира в пахте.

Глава 19. Производство масла способом сбивания

Способом сбивания вырабатывается масло во всем мире. Он обеспечивает получение масла хорошей пластичной и термоустойчивой консистенции, которое выдерживает конкуренцию на мировом рынке. Метод получения масла преобразованием высокожирных сливок используется широко только в нашей стране, так как из-за недостатков в консистенции это масло оно не выдержало конкуренцию на мировом рынке.

Низкотемпературная подготовка сливок к сбиванию (физическое созревание сливок)

Немедленно после пастеризации сливки быстро охлаждают в потоке до температуры 2–18 °С, то есть ниже точки отвердевания молочного жира, составляющей 19–22 °С. Быстрое охлаждение сливок препятствует развитию остаточной микрофлоры и вытапливанию жира, способствует сохранению приобретенных при пастеризации вкуса и запаха, интенсифицирует отвердевание жира при последующем их физическом созревании.

Однако одно охлаждение сливок, даже до низких положительных температур, не обеспечивает еще получение масла достаточно твердой консистенции. Перед сбиванием охлажденные сливки необходимо некоторое время выдержать. Такая выдержка (физическое созревание) создает условия для перехода необходимой части жира в твердое состояние и изменения физико-коллоидных свойств оболочек жировых шариков, а также свойств плазмы сливок. Эти вопросы глубоко изучены М. М. Казанским, Г. В. Твердохлеб, В. И. Сирик, А. И. Желтаковым. При сбивании сливок, не прошедших физического созревания, получается масло очень мягкой консистенции, мазеобразное, его изготовление сопровождается большим отходом жира в пахту.

В процессе физического созревания около половины жира в жировых шариках отвердевает, претерпевая сложные фазовые изменения (Г. В. Твердохлеб, 1953–1961 гг.). Доля отвердевшего жира (в процентах к общему количеству) называется степенью отвердевания жира. Под фазовыми изменениями понимают совокупность превращений, протекающих при охлаждении и нагревании молочного жира в дисперсии сливок: изменение агрегатного состояния (отвердевание или плавление глицеридов); образование смешанных кристаллов из широкой группы глицеридов; полиморфные превращения с переходом одной полиморфной формы кристаллов глицеридов в другую полиморфную форму; рекристаллизация и перекристаллизация триглицеридов между кристаллическими фазами.

По представлениям М. М. Казанского и Г. В. Твердохлеб, молочный жир в жировых шариках представляет собой «расплав» (раствор) высокоплавких глицеридов в более легкоплавких. В процессе охлаждения в молочном жире, как и во всяком «расплаве», может происходить кристаллизация глицеридов из жирового раствора в случае их пересыщения при данной температуре охлаждения.

Температуры плавления и отвердевания жира зависят от его химического состава. Они значительно ниже температур плавления и отвердевания многих входящих в состав жира глицеридов. При охлаждении жира глицериды отвердевают последовательно в соответствии с их растворимостью и пересыщением в легкоплавких глицеридах. При охлаждении расплава происходит сначала пересыщение наиболее высокоплавких глицеридов, и они выкристаллизовываются в первую очередь, а затем – среднеплавкие и легкоплавкие.

Температура отвердевания молочного жира значительно ниже температуры его плавления. В узлах кристаллической решетки находятся составляющие ее частицы, которые совершают непрерывные колебания. При повышении температуры колебания усиливаются, достигают критической величины и частицы не удерживаются в узлах решетки, она разрушается, и вещество переходит в жидкое состояние.

Наоборот, при охлаждении жидкого вещества средняя энергия колебания частиц снижается, и при определенной температуре образуется кристаллическая решетка, вещество отвердевает. Химически однородное вещество отвердевает и плавится *при одной и той же температуре*. Температура плавления смеси двух совместно кристаллизующихся веществ отличается от температуры плавления составляющих компонентов. Это вызвано взаимным притяжением частиц обеих решеток, приводящим к ослаблению связи частиц в каждой из них и понижанию средней величины энергии, при которой разрушается кристаллическая решетка, то есть к понижению температуры плавления.

Для образования кристаллических решеток глицеридов требуется определенное время, так как высокомолекулярные частицы глицеридов продвигаются к центрам кристаллизации в очень вязкой среде, вследствие чего замедляется образование кристаллов, и расплав при данной температуре может быть значительно переохлажден. В покое температура переохлаждения молочного жира составляет 15–20 °С, при перемешивании она снижается. Этим объясняется значительная разница между температурой плавления (27–34 °С) и отвердевания (19–22 °С) молочного жира.

Вследствие большой длины трех углеводородных цепей молекулы глицерида, их перепутывания с образованием клубков, выраженной спо-

собности к переохлаждению, сложности глицеридного состава (более 3000 глицеридов в молочном жире), химической и структурной родственности глицеридов при охлаждении, глицериды молочного жира всегда выпадают из расплава в виде смешанных кристаллов. Состав глицеридов, входящих в смешанные кристаллы, зависит от химического состава жира, скорости и глубины охлаждения. Даже медленное охлаждение жира сопровождается фракционной (групповой) кристаллизацией жира с образованием более узкой и наиболее родственной группы глицеридов.

При медленном охлаждении образуется несколько групп смешанных кристаллов.

Чем медленнее охлаждение, тем больше образуется фракций в молочном жире. Так, Г. В. Твердохлеб получила 7 фракций смешанных кристаллов, а Ю. А. Оленев – 11 фракций.

Г. В. Твердохлеб (1957 г.) установила, что при медленном снижении температуры один и тот же молочный жир имеет не одну, как ранее было принято считать, а несколько точек отвердевания, соответствующих отвердеванию разных по химическому составу и физическим свойствам группам глицеридов. Наиболее выражены были четыре точки отвердевания: при 20–23 °С, 11–14 °С, 4–6 °С и от –3 до –5 °С. Для физико-химической и технологической характеристики жира наибольшую роль играют первые две точки отвердевания жира, соответствующие туго- и высокоплавким и среднеплавким глицеридам, обусловливающим процессы маслообразования и структурно-механические свойства масла.

Первая точка отвердевания молочного жира повышается с увеличением в нем высокоплавких и уменьшением легкоплавких глицеридов. Вторая точка отвердевания характеризует содержание среднеплавких и легкоплавких глицеридов. Поэтому свойства молочного жира всегда необходимо характеризовать двумя первыми точками его отвердевания. Чем выше точки отвердевания жира, тем выше степень его отвердевания при всех температурах.

При быстром охлаждении до температур физического созревания происходит образование центров кристаллизации (нуклеация) высокоплавких глицеридов на наружной поверхности глицеридного ядра, возбуждаемое близкими по молекулярной структуре фосфатидами оболочки. Выкристаллизовывание глицеридов происходит по мере достижения определенной степени переохлаждения, которая наступает раньше для глицеридов с большей длиной углеродной цепи и высокой температурой плавления. По мере выдержки сливок при температуре физического созревания происходит выкристаллизовывание глицеридов в более глубоких слоях глицеридного ядра послойно, в соответствии с близостью мо-

лекулярной структуры и температуры плавления к ранее выкристаллизовавшимся. Более легкоплавкие глицериды вытесняются в центр глицеридного ядра.

Вследствие отвердевания жира (М. М. Казанский) жировые шарики сжимаются, деформируются и принимают угловатую форму, теряют прозрачность, становятся мутными, изменяются их физические свойства. Интенсивность этих процессов в большей мере зависит от глубины и скорости охлаждения, нежели от продолжительности выдержки при температурах охлаждения. Снижение температуры на 1–2 °С оказывает такой же эффект, как удлинение выдержки на несколько часов. Более мелкие жировые шарики быстрее изменяют свое агрегатное состояние, чем крупные.

Деформация отвердевших шариков и отвердевание в них глицеридов приводят к нарушению, неравномерному распределению свободной энергии в их поверхностных слоях: наибольшая сосредоточивается на углах и ребрах, а наименьшая – на плоскостях. В результате происходит частичная десорбция стабилизатора и нарушается адсорбционное равновесие, вследствие чего часть оболочечных веществ (в том числе и фосфатидов) жировых шариков переходит в плазму. Оболочки жировых шариков становятся тоньше на 20% (А. П. Белоусов) и более хрупкими, что облегчает их разрушение при сбивании сливок в масло.

При физическом созревании сливок происходит значительное понижение электрозаряда жировых шариков, а значит, их способность к отталкиванию как одноименно заряженных частиц уменьшается.

Так, в свежем молоке величина электрозаряда составляла 0,506 мВ, через сутки – 0,295 мВ, а через двое суток – 0,181 мВ. Все это создает условия для образования скоплений жировых шариков и повышения вязкости сливок. В. И. Сирик установил, что в созревших сливках степень комкования и кучеобразования жировых шариков в два раза больше, чем в сливках охлажденных, но не созревших. Вязкость созревших сливок также повышается в связи с повышением степени гидратации белков плазмы сливок (А. И. Желтаков).

Состояние поверхностно-активных веществ в сливках имеет существенное значение для использования жира при сбивании и продолжительности сбивания.

Влияние различных факторов на закономерности фазовых превращений молочного жира

Фазовые превращения глицеридов молочного жира играют решающую роль в процессах маслообразования, формирования структуры и консистенции сливочного масла. Они зависят от химического состава

жира и технологических факторов воздействия. Хотя процессы фазовых превращений глицеридов молочного жира сложные и многогранные, однако знание основных закономерностей их протекания необходимы для выбора оптимальных режимов физического созревания сливок, маслообразования, регулирования структуры и консистенции сливочного масла.

Это новое направление в физико-химии маслоделия было открыто и развито в фундаментальных работах Г. В. Твердохлеб. Для раскрытия закономерностей фазовых превращений глицеридов молочного жира под влиянием различных факторов ею был модифицирован комплекс современных физико-химических и реологических методов исследования: объемной дилатометрии – для определения степени отвердевания жира и жировой дисперсии сливок, дифференциально-термического анализа – для определения фазового состава отвердевшего жира, рентгено- и микроструктурного анализов – для определения полиморфных форм и структуры кристаллов, комплекс реологических методов – для исследования структурно-механических свойств сливочного масла.

Изучено влияние на фазовые превращения глицеридов молочного жира: химического и фракционного состава жира, глубины и скорости охлаждения, дисперсности жировой фазы сливок, факторов покоя и перемешивания, полиморфные превращения, дифференциация и рекристаллизации отвердевшего жира, ступенчатые термические воздействия, влияние продолжительности хранения и др.

Необходимость в проведении этих работ возникла в связи с разработкой нового поточного метода получения масла преобразованием высокожирных сливок (В. А. Мелешин, Н. Я. Лукьянов, А. А. Виноградов, М. М. Казанский и др.). Процессы маслообразования протекали в несколько минут, и управление ими требовало знания закономерностей фазовых превращений глицеридов молочного жира.

Г. В. Твердохлеб, М. М. Казанским создана большая научная школа в аспекте этих работ: Д. В. Качераускис, Ф. А. Вышемирский, С. С. Гуляев-Зайцев, М. М. Мерзаметов, Г. А. Ересько, Е. М. Малярова, В. М. Вергелесов, В. Н. Нестеров, А. И. Пискун, А. К. Аввакумов, П. П. Мотекайтис, Ю. П. Андрианов, Т. А. Степаненко, М. Ф. Куркова, Д. Б. Шнайдер, Т. А. Рашевская и др.

Химический состав. Расплав молочного жира в жировых шариках состоит из множества различающихся по химическому составу и структуре смешанных триглицеридов. Физические свойства каждого зависят от входящих остатков жирных кислот и их месторасположения в молекуле. Радикалы насыщенных кислот преимущественно располагаются в крайних положениях (1 и 3), ненасыщенных – в среднем (2); низкомолекулярные обычно сочетаются в триглицериде с двумя высокомолекуляр-

ными кислотами. Наличие радикала низкомолекулярной кислоты в триглицериде приближает его по свойствам к частично ненасыщенным триглицеридам. Это играет существенную роль в фазовых изменениях молочного жира.

Степень отвердевания жира зависит от соотношения в нем различных по плавкости глицеридов, которое изменяется по сезонам года и климатическим зонам. Летом содержание жидких при комнатной температуре фракций составляет примерно половину жира, зимой их количество уменьшается в 2 раза, т. е. до 23%. Степень отвердевания их в 2–5 раз ниже, чем тугоплавких. Поэтому степень отвердевания зимнего молочного жира по сравнению с летним возрастает на 10–18% при 4–10 °С и на 10–14% при 12–15 °С (рис. 19.1).

Химический и фракционный состав молочного жира имеет большие различия по климатическим зонам страны: более легкоплавкий содержится в молоке из районов с холодным и умеренным климатом.

Температура и скорость охлаждения. Сложность и разнообразие глицеридного состава молочного жира, значительная длина углеводородных цепей глицеридов и быстро увеличивающаяся вязкость расплава при охлаждении обусловливают склонность его к фракционной или групповой кристаллизации. Группы кристаллов во всех случаях образуют смешанные кристаллы из родственных по химической природе и физическим свойствам глицеридов. Чем медленнее охлаждение, тем больше образуется групп смешанных кристаллов, создается больше возможностей перераспределения глицеридов между группами, и каждая группа образуется меньшим числом глицеридов.

Чем медленнее охлаждение, тем больше условий для фракционной кристаллизации узких групп родственных по химической природе глицеридов, и тем больше количество в твердой фазе жира групп смешанных кристаллов.

При медленном охлаждении в условиях недостаточного переохлаждения возникает мало центров кристаллизации и образуются крупные кристаллы жира. Это приводит к получению масла более легкоплав-

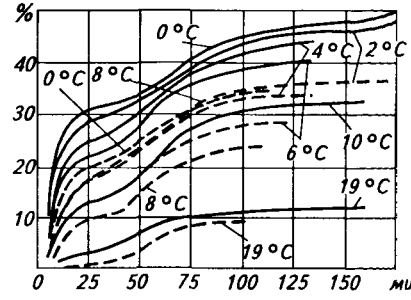


Рис. 19.1. Степень отвердевания глицеридов, %, летнего (пунктирные линии) и зимнего (сплошные линии) молочного жира в зависимости от температуры, °С, и продолжительности охлаждения, мин

кого, менее термоустойчивого, так как расплавление такого жира также происходит фракционно. Незначительные колебания и повышения температуры будут вызывать расплавление той или иной группы глицеридов. Масло будет выделять жидкий жир и терять форму.

При быстром и глубоком охлаждении достигается наибольшая степень переохлаждения системы, создаются оптимальные условия для быстрого образования многочисленных центров кристаллизации из широкой группы глицеридов. Уменьшается число групп отвердевших глицеридов. Чем выше скорость и глубина охлаждения, тем ниже будет температура плавления высокоплавких групп и выше – легкоплавких, так как в последние будет включено большее количество высокоплавких, а в первые – низкоплавких глицеридов. Чем ниже температура охлаждения, тем больше выражен пик плавления при низких температурах и наоборот: чем выше температура охлаждения, тем больше объем пика плавления высокоплавкой группы глицеридов. С увеличением глубины и скорости охлаждения уменьшается количество твердого жира с температурой плавления выше 20 °С. При термостатировании происходит дифференцирование глицеридов по плавкости и химической природе: повышается температура максимумов пиков плавления и изменяется количественное их соотношение.

С увеличением числа центров кристаллизации уменьшаются размеры кристаллов, повышается степень отвердевания, быстрее устанавливается равновесное состояние между жидким и отвердевшим жиром. Мелкие смешанные кристаллы с развитой адсорбционной поверхностью больше смачиваются и удерживают жидкий жир, способствуют формированию пластичной консистенции и повышенной термоустойчивости масла. Температура от 0 до 6 °С оптимальна для образования центров кристаллизации (Г. В. Твердохлеб, Е. М. Малярова, 1964 г.). При 8 °С интенсивность их возникновения заметно снижается, и особенно резко это происходит с 12 °С. Так, за первые 5 мин охлаждения перемешиваемых сливок средней жирности при 0–6 °С отвердевает 30–40% жира, при 8 °С – 23%), при 12 °С – 16%. Этим объясняется, что температура физического созревания сливок выше 13 °С, названная М. М. Казанским «критической», не обеспечивает нужной степени отвердевания жира. В то же время с 10–12 °С повышается скорость линейного роста кристаллов, достигающая максимума при 15–20 °С.

Отвердевание глицеридов в объеме расплава молочного жира в начале охлаждения (в течение 1,5 ч) проходит быстрее, чем глицеридов в дисперсии жировых шариков, а затем выравнивается (табл. 19.1).

Каждой температуре физического созревания сливок соответствует максимально возможная степень отвердевания глицеридов жира. Так, при

19.1. Степень отвердевания при температуре охлаждения 6 °С глицеридов молочного жира в объеме жира и дисперсии сливок, %

Продолжительность выдержки, мин	Степень отвердевания, %	
	в объеме расплава молочного жира	в сливках с массовой долей жира 35 %
30	22,2	10,1
60	29,2	23,1
90	36,5	27,8
120	37,7	34,8
180	38,2	37,9
210	38,2	38,2

2–4 °С отвердевает 50–60%, при 8 °С – от 33 до 37, при 13 °С – 23, при 20 °С – 11, при 23 °С – 7%. После достижения максимальной степени отвердевания наступает равновесие между жидким и твердым жиром: при 2–8 °С – через 1,5–3 ч, при 12–25 °С – через 2,5–5 ч, но качественные изменения в кристаллических структурах протекают несколько суток.

Предварительное охлаждение до 2–6 °С, используемое при ступенчатых режимах физического созревания сливок, способствует повышению степени отвердевания жира на 7–12% при температурах последующего термостатирования, равных 13–21 °С. Чем ниже температура предварительного охлаждения и длительнее выдержка, тем выше степень отвердевания и быстрее достигается состояние равновесия.

Отвердевание жира во времени протекает скачкообразно (рис. 19.2). Наиболее интенсивно оно проходит в момент массового образования центров кристаллизации, когда отвердевает до 50% способного отвердеть при данной температуре жира. Продолжительность массовой кристаллизации глицеридов при температуре 4–15 °С составляет 10–20 мин (I зона). Затем темп отвердевания резко снижается, отвердевает лишь 0,4–1,7% жира вследствие высокой вязкости системы и уменьшения степени пересыщения расплава (II зона). Происходит линейный рост кристаллов, возможно возникновение зародышевых кристаллов легкоплавких глицеридов. В течение следующих 40–50 мин дополнительно отвердевает еще 6–12% жира (III зона). Завершается этот процесс установлением равновесия системы. Одновременно протекают полиморфные превращения, дифференциация глицеридов между фазами, рост крупных кристаллов за счет растворения мелких.

При охлаждении и созревании сливок в молочном жире одновременно образуются две основные группы смешанных кристаллов: легкоплавкая (ЛГ) – с температурой плавления от 15 до 25 °С, и высокоплавкая (ВГ) – с температурой плавления от 27 до 36 °С. С повышением

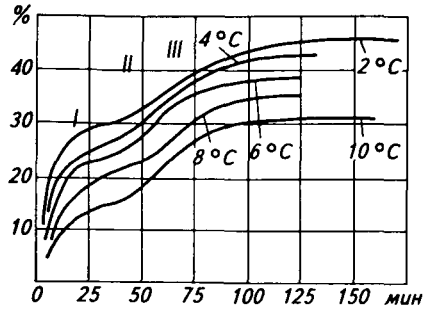


Рис. 19.2. Зависимость содержания твердых глицеридов в зимнем молочном жире от продолжительности охлаждения при различных температурах:
I, II, III – зоны кристаллизации глицеридов

в жире содержания высокоплавких глицеридов увеличивается температура максимума плавления ВГ, а с повышением доли легкоплавких глицеридов этот максимум для ЛГ понижается.

Глубина и скорость охлаждения, дальнейший режим термостатирования определяют количественное соотношение этих групп в твердой фазе жира, максимум и диапазон температур их плавления, выкристаллизовывание других количественно меньших групп, а вместе с этим и консистенцию масла. С увеличением глубины и скорости охлаждения понижаются температуры и расширяется диапазон плавления двух основных групп, так как в состав легкоплавкой группы вовлекается больше низкоплавких глицеридов, а в состав высокоплавкой – среднеплавких глицеридов. При этом содержание ВГ в твердой фазе жира относительно уменьшается, а вместе с тем и твердого жира с температурой плавления выше 20 °С, и наоборот, увеличивается доля жира с температурой плавления в интервале 0–18 °С, вследствие этого термоустойчивость масла снижается. С понижением скорости и повышением конечной температуры охлаждения увеличивается доля отвердевшего жира с повышенными температурами плавления 20–32 °С, что способствует повышению термоустойчивости масла. Длительное термостатирование сливок при температурах, близких к 0 °С, не влияет на степень отвердевания ВГ и способствует повышению содержания твердого жира в низкотемпературной зоне плавления (ЛГ).

Направленно оперируя ступенчатыми термическими режимами термомеханической подготовки сливок и скоростью охлаждения или нагрева, можно регулировать долю участия каждой группы смешанных кристаллов в образовании твердой фазы жира. Чем больше в ней содержится высокоплавких групп, тем выше температура плавления легко- и среднеплавких групп, а следовательно, и термоустойчивость масла. Эти закономерности используют при определении оптимальных ступенчатых режимов физического созревания сливок для регулирования консистенции «летнего» и «зимнего» масла и в случаях применения дифференцированных режимов обработки высокожирных сливок в маслообразователях.

В процессе термостатирования основные группы смешанных кристаллов частично дифференцируются в зависимости от длины углеводородных цепей и химической родственности глицеридов: выделяются отдельные, более легкоплавкие и высокоплавкие группы самостоятельных смешанных кристаллов. При этом диапазон плавления высокоплавких групп снижается и несколько повышаются максимумы их плавления. В основном это повторяется и для среднеплавких групп смешанных кристаллов. Для легкоплавких групп, напротив, значения максимальных температур плавления снижаются в результате уменьшения в их составе средне- и высокоплавких глицеридов, захваченных при быстром увеличении вязкости охлажденного расплава.

Процессы перераспределения, дифференциации глицеридов по химической природе и величине углеводородных чисел более интенсивно протекают в системах, предварительно прошедших быстрое и глубокое охлаждение. Их скорость находится в прямой зависимости от температуры: чем выше температура выдержки, тем ниже структурно-механическая вязкость и тем быстрее и полнее проходят процессы дифференциации. Наиболее выраженно это проявляется при скачкообразных колебаниях температуры термостатирования. Перераспределение глицеридов происходит между твердой и жидкой фазами жира, а также в слоях кристаллов, в связи с чем изменяются состав отвердевших групп глицеридов, размеры и качественный состав кристаллов, свойства системы в целом.

Процесс дифференциации особенно выражен при длительном физическом созревании сливок.

Применение различных режимов физического созревания и сбивания сливок в основном направлено на регулирование количественных и качественных характеристик легкоплавких групп глицеридов, куда входят и среднеплавкие глицериды. Соотношение ЛГ:ВГ при хорошей консистенции масла должно составлять 2:1; при повышенном же содержании ЛГ масло становится излишне мягким, при уменьшенном – излишне твердым. Количественные и качественные характеристики ВГ больше зависят от химического состава жира, чем от режимов обработки.

Дифференциация глицеридов может происходить также при хранении масла. Это приводит к образованию вторичной структуры масла, увеличению его термоустойчивости и твердости. Поскольку процесс образования вторичной структуры масла регулированию не поддается, желательно создать условия, которые исключали бы протекание фазовых превращений. Хранить масло лучше при температурах выработки, когда не изменяется или улучшается констинстенция масла, или при очень низких отрицательных температурах, когда дифференциация и перера-

спределение триглицеридов в отвердевшем жире в очень вязкой среде протекают чрезвычайно медленно.

С увеличением в молочном жире содержания свободных жирных кислот при липолизе возрастает скорость кристаллизации глицеридов молочного жира.

Жирность сливок и дисперсность жировой фазы (Г. В. Твердохлеб, Е. М. Малярова). С повышением жирности сливок скорость кристаллизации и степень отвердевания жира уменьшаются, особенно при низких температурах. Это обусловлено быстрым повышением вязкости системы, а также меньшей тепло- и термопроводностью более жирных сливок по сравнению с менее жирными. В таких сливках образуется меньше центров кристаллизации, усиливается фракционность отвердевания. При температуре 4 °С разница в степени отвердевания между сливками средней (35%) и высокой (60%) жирности составляет 20%, при 8–10 °С – от 13 до 17, при 15 °С – 4%. С повышением жирности в сливках выше 55%, степень отвердевания жира резко уменьшается (рис. 19.3).

С повышением дисперсности жировой фазы сливок ускоряется ее охлаждение, отвердевание жира в ней проходит быстрее и полнее. В гомогенизированных сливках без перемешивания процессы отвердевания интенсивнее проходят в жировых шариках и степень отвердевания на 4–6% выше, чем в негомогенизированных. При перемешивании и охлаждении в гомогенизированных сливках образуются многочисленные кучки (флокуляты) жировых шариков больших размеров, процесс охлаждения которых замедляется. Поэтому степень отвердевания в них уменьшается по сравнению с негомогенизированными сливками на 6–9%.

С повышением жирности сливок влияние степени дисперсности жировой фазы на фазовые превращения глицеридов усиливается.

Перемешивание (Г. В. Твердохлеб, Е. М. Малярова). Перемешивание сливок в процессе их охлаждения и физического созревания интен-

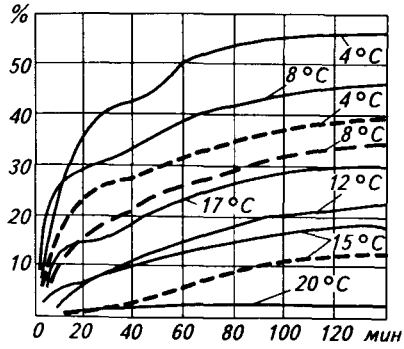


Рис. 19.3. Влияние жирности сливок, длительности и температуры охлаждения на степень отвердевания жировой фазы для сливок 35% жирности (сплошные линии) и для сливок 60% жирности (пунктирные линии)

сифицирует теплообмен, сокращается время нахождения жира в переохлажденном состоянии, ускоряется охлаждение жировых шариков, возрастает количество центров кристаллизации, ускоряется диффузия триглицеридов к зародышу. Вследствие этого все процессы фазовых превращений в жировой фазе сливок протекают интенсивнее и полнее. Перемешивание способствует смещению зоны массовой кристаллизации глицеридов.

В 1936 г. В. Н. Сирик и М. М. Казанский впервые обратили внимание на фактор перемешивания и установили, что перемешивание охлажденных до 2–8 °С сливок в течение 3–5 мин равноценно длительному их созреванию при этой же температуре в течение 16–18 ч. Перемешивание ускоряет процесс охлаждения сливок в 3 раза, степень отвердевания повышается на 6–10%. Чем ниже температура охлаждения, тем в большей степени перемешивание способствует повышению степени отвердевания и раньше устанавливается равновесие между жидким и отвердевшим жиром (табл. 19.2, рис. 19.4).

Особенно эффективно перемешивание в период образования зародышевых кристаллов, когда возникает массовая кристаллизация глицеридов: в среднем скорость отвердевания увеличивается в 2 раза, а отвердевание длится 10–16 мин. Содержание твердого жира в конце периода увеличивается в сливках средней жирности при 4–8 °С на 10–25%. Оптимальная степень отвердевания жира в сливках (30–35%) для получения масла хорошей консистенции достигается при этом в течение 4–10 мин.

При перемешивании охлажденных до 4–8 °С гомогенизированных сливок в течение первых 5–10 мин процесс отвердевания жира происходит интенсивнее, чем без перемешивания. Однако в дальнейшем, ввиду значительного повышения вязкости и плохой теплопроводности гомогенизированных сливок, температура отвердевания жира снижается. И лишь при температуре 15 °С, когда влияние вязкости сливок на процесс отвердевания жира ослабевает, перемешивание гомогенизированных сливок интенсифицирует отвердевание жира.

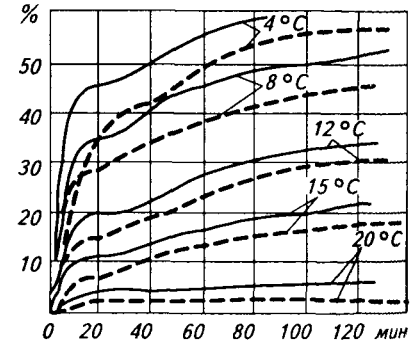


Рис. 19.4. Динамика отвердевания жировой фазы сливок 35% жирности при перемешивании (сплошные линии) и без перемешивания (пунктирные линии)

19.2. Содержание твердых глицеридов в молочном жире (в %) в зависимости от выдержки и наличия перемешивания

Жирность сливок, %	Температура охлаждения, °С	Время охлаждения от 40 °С, мин	Выдержка, мин					
			0	5	15	25	35	125
С перемешиванием								
33,4	4	8	48,7	44,6	45,5	47,7	50,3	62,3
58,5	4	16	34,8	35,3	38,1	40,7	43,2	50,9
31,5	8	4	33,0	35,6	37,4	41,3	47,0	51,8
57,0	8	15	12,6	19,7	21,9	24,5	26,4	32,7
Без перемешивания								
33,5	4	20	36,4	39,4	41,6	44,3	47,3	54,2
63,0	4	40	7,0	18,6	27,4	28,6	29,0	37,2
33,0	8	15	27,8	28,2	31,0	33,6	36,0	45,9
56,0	8	30	12,6	19,9	23,3	25,4	26,0	34,8

С повышением жирности сливок влияние фактора дисперсности жировой фазы и вязкости сливок будет усиливаться.

Перемешивать охлажденные сливки повышенной жирности (свыше 55%) нецелесообразно, так как вследствие быстрого увеличения вязкости и пониженной теплопроводности такие сливки охлаждаются медленно, особенно до низких температур. При этом значительно (на 13–20%) понижается степень отвердевания жира. Для сливок жирностью выше 60% даже при перемешивании невозможно достигнуть оптимальной для консистенции масла степени отвердевания жира за период поточного маслообразования. Чтобы повысить степень отвердевания жира в высокожирных сливках, процесс охлаждения необходимо разделить введением выдержки и проводить его дифференцированно. Это положение легло в основу усовершенствования маслообразователя с выделением выдержки кристаллизата высокожирных сливок.

Распыление высокожирных сливок в вакуум-камере позволяет достигнуть высокой степени отвердевания их жировой фазы.

Полиморфные превращения глицеридов молочного жира

Пользуясь методом дифференциально-термического, рентгено- и микроструктурного анализов, Г. В. Твердохлеб установила наличие четырех полиморфных форм в молочном жире и его фракциях: γ, α, β', β. Они различаются характером построения кристаллической решетки, удельным объемом, конфигурацией и величиной кристаллов, температу-

рами плавления и превращения в другую форму, а также другими свойствами; β-форма является стабильной, остальные – метастабильными.

Метастабильные формы обладают свойством монотропного полиморфного превращения: переход одной формы в другую происходит только в одном направлении – от менее стабильной к более стабильной, т. е. $\gamma \rightarrow \alpha' \rightarrow \alpha \rightarrow \beta' \rightarrow \beta$. В обратном направлении полиморфных превращений одной формы в другую не происходит. Точка превращения одной формы в другую лежит вблизи температуры плавления менее стабильной модификации. Полиморфные превращения в объеме молочного жира и в дисперсии сливок не имеют различий при одинаковых режимах охлаждения и термостатирования.

Самая легкоплавкая и нестабильная γ-форма. Она является стеклоподобной и образуется при мгновенном охлаждении тонкого слоя жира на предметном стекле до температуры минус 80 °С (препарат опускали в жидкий азот). При температуре ниже 0–2 °С, γ-форма мгновенно переходит в гелеподобную α′-форму. Эту форму можно считать аморфной, но не исключено, что она является переходной к кристаллической.

При быстром охлаждении до 6–8 °С в твердой фазе жира образуется преимущественно кристаллическая нестабильная α-форма в ЛГ в виде двух твердых растворов: α-2 – форма со структурой двойной длины цепи (ДДЦ) и α-3 – со структурой тройной длины цепи, причем преобладает последний раствор. Они отличаются различной плотностью упаковки молекул.

Структура тройной длины цепи (ТДЦ) менее стабильна и обычно перестраивается в структуру ДДЦ.

Кристаллы α-формы имеют игольчатую форму. Конфигурация и длина игл зависит от химического состава жира и скорости охлаждения. Температура плавления ЛГ α-2 составляет 15–15,6 °С; α-3 – от 8,2 до 10,8 °С. В ВГ α-форма всегда имеет ДДЦ и плавится при 24–27 °С. Структура ТДЦ рыхлая, очень неустойчивая, и через 20–30 мин в твердой фазе жира уже преобладает α-2, т. е. $\alpha\text{-3} \rightarrow \alpha\text{-2}$. В ЛГ α-2-форма также неустойчива и при 8–12 °С легко превращается в более стабильную β′-форму. Полиморфные превращения обычно происходят в твердом состоянии и самостоятельно в каждой группе глицеридов.

Под микроскопом β′-форма имеет вид сферолитов, которые состоят из игольчатых монокристаллов, исходящих из центра. Чем выше температура охлаждения и чем медленнее оно происходит, тем больше размер сферолитов. Чем быстрее охлаждение и чем ниже температура, тем сферолиты будут мельче и их меньше будет в микроскопическом поле зрения. β′-форма выкристаллизовывается из расплава жира при температуре 12–15 °С. Температура плавления β′-формы ЛГ составляет 17,1–17,5 °С,

а β′-формы ВГ – от 31,3 до 33 °С. В любой группе глицеридов β′-Форма выкристаллизовывается только в виде структуры ДДЦ. При температуре выше 21 °С из расплава выкристаллизовывается β-форма.

В диапазоне температур от 18 до 23 °С она образуется легче, чем из расплава путем перекристаллизации в твердом состоянии из β′-формы. Температура плавления для β-формы ВГ составляет 33–37 °С. По конфигурации она напоминает β′-форму, т. е. имеет вид сферолита, но более яркого в поляризованном свете и с центром, проросшим утолщенными кристаллами. Некоторые сферолиты β-формы почти полностью разрушены и состоят из теряющих ориентацию сростков кристаллов; β-форма придает маслу термоустойчивость и высокоплавкость.

Образование из расплава в твердой фазе молочного жира более стабильных полиморфных форм β′ и β протекает очень медленно и сопровождается возникновением крупных кристаллов. Быстрее и полнее они образуются перекристаллизацией из метастабильной мелкокристаллической α-формы при температурах, близких к температуре плавления последней. Поэтому физическое созревание сливок и сбивание их в масло следует проводить при многоступенчатых режимах, предусматривающих быстрое образование большого числа мелких кристаллов α-формы, которые в дальнейшем перекристаллизовываются в мелкие кристаллы β′- и β-форм.

Перемешивание ускоряет процессы полиморфных превращений, поэтому при сбивании сливок в масло они практически успевают завершиться. Перекристаллизация путем предварительного расплавления легкоплавкой формы происходит медленнее, чем в твердом состоянии, с большими потерями отвердевшего жира. Полиморфные превращения $\gamma \rightarrow \alpha \rightarrow \beta' \rightarrow \beta$ не всегда протекают в указанной последовательности, при перекристаллизации одна из форм может выпадать.

При выборе режимов необходимо учитывать, что быстрый нагрев до высоких температур может привести к расплавлению легкоплавких модификаций, которые не успевают перекристаллизовываться в более высокоплавкие. Характер образования кристаллических структур глицеридов молочного жира по рентгеноструктурному анализу в основном определяется глубиной охлаждения и продолжительностью термостатирования и мало зависит от химического состава жира. Так, цельный молочный жир и его фракции показывают образование одинаковых кристаллических структур при одном и том же термическом режиме воздействия (Г. В. Твердохлеб, В. Н. Нестеров, Е. Ю. Фальк).

При быстром охлаждении расплава молочного жира различного химического состава до 3–4 °С выкристаллизовывается α-форма со структурой ТДЦ, а также обнаружены следы β-формы повышенно легкоплав-

кой группы глицеридов. Термостатирование при 3–4 °С в течение суток приводит к полному исчезновению структуры ТДЦ, к прохождению и полному завершению полиморфного превращения $\alpha \rightarrow \beta$, а для образцов с повышенным содержанием в глицеридах летучих и ненасыщенных жирных кислот превращение $\alpha \rightarrow \beta'$ затягивается несколько больше суток. Превращение $\beta' \rightarrow \beta$ при 2–4 °С практически не происходит.

При быстром охлаждении расплава молочного жира до 20–22 °С и термостатировании в течение 18 ч выкристаллизовываются в малом количестве высокоплавкие глицериды в β'-форме структуры ДДЦ. Превращения $\beta' \rightarrow \beta$ замедляются большим количеством жидкого жира. Последующее охлаждение до 3–4 °С приводит к дополнительному большому выкристаллизовыванию легкоплавких глицеридов преимущественно в β'-форме. У всех образцов отмечаются следы β-формы легкоплавкой группы глицеридов. Таким образом, наличие в твердой фазе жира более стабильных β'- и β-форм способствует выкристаллизовыванию и легкоплавких глицеридов при низких положительных температурах также в β'- и β-формах, что повышает твердость и термостабильность масла при летних ступенчатых режимах физического созревания сливок.

Быстрое охлаждение расплава молочного жира до 3–4 °С и выдержка в течение 3 ч, последующий нагрев до 20–22 °С с термостатированием приводят к образованию большого объема аморфного жира и небольшого количества β'-формы структуры ТДЦ.

Поэтому в зависимости от выбора температуры на второй ступени нагревание играет определенную роль в отвердевании жира и формировании его структуры.

Это еще раз подтверждает мнение М. М. Казанского, Г. В. Твердохлеб и Е. Кнопа, что в твердой фазе масла имеется и аморфный жир, играющий большую роль в структуре масла.

Аморфный жир может появиться при усиленном механическом воздействии и подплавлении отвердевшего жира, а также при медленном охлаждении и повышении доли отвердевшего жира, или при медленном охлаждении и повышенных температурах созревания.

Полиморфные превращения играют большую роль в термоустойчивости масла. Масло термоустойчиво, если в нем преобладает β'-форма и имеется β-форма.

Полиморфные превращения проходят самостоятельно в каждой группе смешанных кристаллов.

Полиморфные превращения играют большую роль при формировании вторичной структуры масла при хранении. При глубоком охлаждении до температуры хранения (от –20 до –24 °С) происходит дополнительное отвердевание легкоплавких глицеридов в более стабильных β'- и β-формах. Идет дифференциация глицеридов отвердевшего жира по

температурам плавления, а также увеличение кристаллов за счет дополнительного отвердевания легкоплавких глицеридов и расплавления более мелких кристаллов. Все это способствует повышению удельного веса кристаллизационной структуры и формированию менее термоустойчивого по консистенции масла. Поэтому необходимо все фазовые превращения глицеридов молочного жира завершить в процессе физического созревания сливок, сбивания их в масляное зерно и обработки масла. А если это не удалось осуществить, то необходимо завершение процессов полиморфных превращений и образования структуры масла проводить путем его термостатирования после выработки при температуре цеха 12–15 °С в течение нескольких часов или в предкамере перед загрузкой масла в холодильную камеру в течение 1–2 сут. Более высокие температуры термостатирования обеспечивают сравнительно меньшую вязкость масла (по сравнению с температурами от –20 до –24 °С) и протекание процессов полиморфной стабилизации и дополнительных процессов кристаллизации и рекристаллизации в направлении повышения термоустойчивости и стабилизации консистенции масла. Соотношение полиморфных форм в жировой фазе играет роль в формировании структуры и консистенции сливочного масла, определяет стабильность консистенции и температуры плавления масла.

Режимы термомеханической обработки сливок (физического созревания)

Отвердевший молочный жир во время физического созревания сливок имеет вид мелких смешанных кристаллов. Линейный рост их ограничивается величиной жировых шариков.

Для производства масла хорошей консистенции, т. е. достаточно твердой, пластичной и термоустойчивой в широком диапазоне температур (10–25 °С), необходимо соблюдать следующие условия. В процессах физического созревания сливок и частично маслообразования должно пройти быстрое и достаточное отвердевание жира в количестве 30–35% в основном до момента разрушения оболочек жировых шариков. Необходимо создать условия для кристаллизации жира в виде мелких «смешанных» кристаллов преимущественно в наиболее стабильных β′- и β-полиморфных модификациях. В твердой фазе жира должно быть оптимальное соотношение между легко- и среднеплавкими и высокоплавкими группами смешанных кристаллов глицеридов, соответственно 2:1, что обеспечит маслу достаточную термоустойчивость, особенно при температурах выше 18 °С (Г. В. Твердохлеб). При выработке должно быть завершено формирование структуры масла типа коагуляционно-кристаллизационной, что обусловит пластичность и стабильность его консистенции.

Исходя из этого и следует избирать режимы низкотемпературной подготовки сливок в соответствии с сезонными изменениями химического состава молочного жира и с учетом закономерностей кристаллизации его глицеридов. Принято режимы физического созревания сливок выбирать в зависимости от величины йодного числа, которое является показателем содержания в жире только ненасыщенных жирных кислот, входящих в состав как низкоплавких, так и высокоплавких глицеридов. Летние режимы применяют для физического созревания сливок при йодном числе 36–45, а зимние – от 24 до 35.

Более полно и объективно по сравнению с йодным числом характеризует особенности сезонных изменений химического состава молочного жира жирнокислотный показатель (ЖКП), представляющий собой отношение количества средне- и высокомолекулярных насыщенных жирных кислот, содержащихся в жире, к сумме низкомолекулярных насыщенных и ненасыщенных (В. Н. Нестеров). ЖКП учитывает кроме ненасыщенных жирных кислот все другие группы жирных кислот, от содержания которых в значительной мере зависят температура плавления жира и консистенция масла.

Так, известно, что глицериды, в состав которых входят низкомолекулярные жирные кислоты, приравнивают по физическим свойствам (температуре плавления и др.) к глицеридам, содержащим ненасыщенные жирные кислоты.

ЖКП колеблется в различных природнохозяйственных зонах бывшего СССР от 1,15 до 2,18 (В. Н. Нестеров). Для типичного летнего легкоплавкого жира он составляет 1,15–1,32, для зимнего высокоплавкого – 1,68–2,18, для некоторых – от 1,53 до 1,61. Для осеннего периода – от 1,53 до 1,60, весеннего – от 1,5 до 1,68.

Летний режим физического созревания и сбивания сливок в масло избирается при ЖКП менее 1,5, зимний – при ЖКП более 1,5. Для избрания оптимальных режимов требуется знание не только величины ЖКП, но и степени отвердевания жира при температурах 2–20 °С.

Не все маслозаводы летом располагают летним по химическому составу сырьем, а зимой – зимним. Северные, северо-западные, северо-восточные районы, Сибирь, Казахстан, Белоруссия, Украина (кроме южных и юго-восточных областей) имеют сырье с ЖКП летом 1,20–1,37, зимой – 1,57–1,8. В южных районах бывшего СССР с жарким климатом имеют частые отклонения от обычных величин ЖКП. Так, в Херсонской, Николаевской, Харьковской, Ворошиловградской, Ростовской областях, Молдавии, Крыму, в Средней Азии и на Кавказе имеют летом ЖКП 1,59–1,8, зимой – от 1,3 до 1,5.

Если охладить сливки до низких положительных температур, а затем повысить температуру до температуры сбивания, то процесс отвердевания будет продолжаться до момента равновесного состояния. И чем глубже предварительное охлаждение, тем больше жира будет в твердом состоянии в процессе маслообразования (Г. В. Твердохлеб).

Больше жира переходит в твердое состояние, если сливки подвергнуть физическому созреванию (4–6 °С) в течение 1–2 часов, затем термостатировать при более высоких температурах, оптимальных для сквашивания сливок, снова охладить до более низких температур и выдержать до равновесного состояния. При таком режиме в сливках будет больше твердого жира (Э. А. Ясаксон, Г. В. Твердохлеб). Это используется при изготовлении кислосливочного масла и в производстве сметаны, что позволяет совместить физическое созревание и сквашивание.

От величины жировых шариков зависит скорость отвердевания в них жира. Отвердевание жира быстрее проходит в мелких жировых шариках, чем в крупных (М. И. Горяев). Это обусловлено не различным химическим составом жира в крупных и мелких жировых шариках, а величиной удельной поверхности жировых шариков разного диаметра. Жир, выделенный из мелких жировых шариков имеет лишь слабовыраженную тенденцию к повышению температуры плавления (Г. В. Твердохлеб).

Существуют методы длительного и ускоренного физического созревания сливок. В промышленности в основном пользуются методом длительного созревания, при этом различают одно- и двухступенчатые режимы. В отечественной маслодельной промышленности до сих пор преимущественно пользуются одноступенчатыми режимами физического созревания, разработанными А. И. Желтаковым (табл. 19.3).

Однако одноступенчатые режимы подготовки сливок к сбиванию часто не обеспечивают должного протекания и завершения фазовых изменений глицеридов молочного жира, необходимых для получения масла хорошей консистенции и минимального отхода жира в пахту. Повышенные температуры физического созревания не обеспечивают достаточной степени отвердевания жира, а низкие – оптимального соотношения легкоплавких и высокоплавких групп смешанных кристаллов, завершения фазовых изменений в твердой фазе жира. Одноступенчатые режимы затрудняют регулирование фазового состава отвердевшего жира и консистенции масла в зависимости от химического состава жира.

Регулировать формирование консистенции масла можно с помощью многоступенчатых режимов физического созревания сливок. Такие режимы учитывают сезонные изменения химического состава жира, поэтому их разделяют на летние и зимние. Их записывают в сокращенном виде по температурной схеме, которая включает первые две ступени – физического созревания сливок, последнюю – сбивания сливок.

19.3. Продолжительность охлаждения в разное время года, ч, не менее

Температура охлаждения, °С	Весенне-летнее время	Осенне-зимнее время
0,5–1,5	1	0,5–1
2–4	3	1,5
5–6	6	4
6–8	12	8

Наибольшим распространением пользуются режимы: зимний 2–8 → 16–21 → 13–15 °С, летний 21–16 → 2–8 → 9–12 °С. На первых двух ступенях проводится подготовка сливок к сбиванию, на последней – сбивание. Изменением последовательности ступеней подготовки сливок можно нивелировать сезонные изменения химического состава жира. Ступенчатый режим позволяет снизить тугоплавкость зимнего жира проведением основной кристаллизации на первой ступени в виде сравнительно легко- и среднеплавких смешанных кристаллов. В весенне-летнее время для повышения в отвердевшем жире доли средне- и высокоплавких глицеридов проводят раздельное с легкоплавкими их отвердевание, что достигается охлаждением сливок до 16–20 °С и выдержкой на первой ступени. Поэтому масло получается достаточно твердым и термоустойчивым. Особенное значение имеет выбор температуры на первой ступени, что позволяет учитывать различия в химическом составе жира различных климатических зон. В интервале от 0 до 7 °С степень отвердевания жира мало изменяется, поэтому нет необходимости устанавливать ее ниже 6 °С (В. Н. Нестеров).

Сущность ускоренного физического созревания сливок можно свести к тому, что механическая обработка охлажденных до 5–7 °С сливок в течение 4–5 мин практически равноценна длительному режиму физического созревания сливок, при этом обеспечиваются нормальные отход жира в пахту и консистенция масляного зерна. Этот метод положен в основу конструкции сливкообработников, в которых охлажденные сливки (3–6 °С) перемешиваются мешалкой или диском в течение 2–5 мин с окружной скоростью 2,3–4,5, в периферии – 3,5 м/с.

Механическое воздействие на сливки осуществляется путем вращения дисков, отделенных друг от друга горизонтальными перегородками с осевыми зазорами. Чтобы избежать повышенного отхода жира в пахту и получения масла пониженной формоустойчивости, Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНиПТ) рекомендует после сливкообработника выдерживать сливки при 3–5 °С в весенне-летнее время в течение 1,5–2 ч, в осенне-зимнее – от 45 до 50 мин. ВНИИ маслоделия и сыроделия (ВНИИМС) после сливкообработника рекомендует выдержку до

2,5 ч при 7–8 °С. Затем сливки нагреваются в потоке до температуры сбивания (8–12 °С) и дополнительно выдерживаются еще 20–30 мин, после чего их подают в маслоизготовитель непрерывного действия.

В Литве предложили модификацию этого метода: после сливкообработника сливки в течение 15–20 мин подогревают до 17–18 °С со скоростью 1 °С в минуту, а затем охлаждают до температуры сбивания 7–10 °С. В осенне-зимнее время сливки охлаждают со скоростью 4–5 °С в минуту и выдерживают в течение 1,5–2 ч; в весенне-летнее – 0,1 °С в минуту с той же выдержкой.

Структуру и консистенцию масла регулируют изменением продолжительности и интенсивности перемешивания сливок в сливкообработнике, а также изменением продолжительности выдержки их перед сбиванием. Так, в весенне-летнее время уменьшают механическое воздействие на сливки для повышения твердости масла, а в осенне-зимнее – увеличивают для повышения пластичности продукта.

Во ВНИИМС разработан ускоренный метод физического созревания сливок с применением жидкого азота. После охлаждения пастеризованных сливок до 18–20 °С их мгновенно охлаждают до 2–4 °С в атмосфере паров азота. Далее сливки направляют в накопительную емкость, где выдерживают в течение 6 мин при перемешивании. Затем их подогревают до температуры сбивания и выдерживают 20–30 мин, после чего подают в маслоизготовитель.

Сквашивание сливок

Кислосливочное масло вырабатывают из сквашенных сливок. Масло приобретает приятные кислосливочные вкус и запах, повышается его стойкость.

В свежие сливки вносят бактериальную закваску, приготовленную на чистых культурах молочнокислых бактерий, сбраживающих молочный сахар с образованием молочной кислоты и ароматических веществ – ацетоина, диацетила, этилацетата, метилкарбинола, летучих кислот (уксусной, пропионовой и угольной), спиртов и эфиров. Было установлено, что хороший аромат достигается при наличии в 1 кг масла 0,01–0,33 мг диацетила, 180–800 мг летучих кислот, следов эфира и до 100 мг спиртов.

Развитие молочнокислых бактерий в сливках угнетает нежелательную микрофлору, образующаяся молочная кислота понижает pH плазмы масла и в результате подавляет развитие гнилостных бактерий, чувствительных к кислой среде. В настоящее время в закваску для масла вводят *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. diacetilactis*. Подбирают штаммы примерно одинаковой активности, что способствует получению более стойкого симбиоза. Это особенно важно для закваски, куда входят *Str. cremoris*.

Подбирают расы, обладающие минимальной протеолитической способностью и достаточно высокой активностью при пониженных температурах сквашивания сливок.

При совместном культивировании *Lc. lactis* и *Lc. diacetilactis* уменьшается количество диацетила в связи с его восстановлением молочнокислыми стрептококками. Поэтому культуру подбирают с наименьшей редуцирующей способностью, чтобы создать более благоприятные условия для окислительных процессов образования диацетила.

Нашла широкое применение жидкая каунасская закваска, представляющая собой симбиоз 3–4 штаммов мезофильных молочнокислого и сливочного стрептококков и 1–2 штаммов *Lc. diacetilactis*.

Чтобы микроорганизмы обладали достаточной активностью при всех температурах, необходимо готовить закваски при температурах ниже оптимума развития молочнокислых бактерий. Практические наблюдения показывают, что хорошие результаты будут в том случае, если от материнской закваски к последующим пересадочным происходит постепенное снижение температуры. Культивирование закваски при 21–23 °С позволяет избежать нарушения необходимого соотношения между активными кислотообразователями и ароматообразователями. В 1 л готовой качественной закваски содержится 0,1–1 мг диацетила, 600–900 мг летучих кислот, 2,8 мг эфиров и 10–20 мг спирта. Наиболее активна закваска при кислотности от 80 до 100 °Т, повышение кислотности ведет к снижению активности микробов, а понижение – к уменьшению плотности сгустка.

После образования сгустка закваску следует охладить и выдержать некоторое время при температуре 1–2 °С, что приводит к гибели слабых клеток и способствует повышению аромата и активности закваски в целом. Повышают активность заквасок также приготовлением бактериальных концентратов, пропуская закваску через суперцентрифугу (33,3 $с^{-1}$), т. е. путем увеличения количества клеток в единице объема. При применении бакконцентратов значительно уменьшается обсеменение закваски посторонней микрофлорой и бактериофагом.

Для внесения закваски в пласт масла ВНИКМИ рекомендует мезофильные *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. diacetilactis*, *Lc. lactis subsp. acetoinicus*. Для этих же целей можно использовать каунасскую закваску.

Для внесения в высокожирные сливки применяют сухую симбиотическую многоштаммовую закваску из *Lc. cremoris*, *Lc. diacetilactis* и мезофильной молочнокислой палочки Lbm. plantarum. Также рекомендуется сухая закваска из чистых культур молочнокислых палочек *Lbm. helveticus* (штамм 304) и *Lc. diacetilactis* (штамм яблочный) и сухой бактериальный концентрат.

В настоящее время в производство широко внедряется приготовление заквасок на стерилизованном молоке с беспересадочным способом их применения. Эти закваски обеспечивают чистоту и активность микрофлоры, позволяют снизить норму введения закваски до 1–1,5% и улучшить качество и стойкость готового продукта.

В высокожирных сливках микрофлора закваски развивается хуже, чем в сливках средней жирности (28–33%), в которых на микробную клетку приходится в 2–3 раза больше питательных веществ. Также в высокожирных сливках больше содержится редуцирующих веществ (11,1 мг/100 г), так как в связи с повышенным содержанием веществ оболочек жировых шариков и с повышением температуры пастеризации их количество увеличивается.

Вследствие скоротечности процессов заквашивания высокожирных сливок и тонкого диспергирования плазмы в масле молочнокислый процесс протекает менее интенсивно, при производстве масла методом сбивания. Хотя ароматических веществ при производстве кислосливочного масла методом преобразования высокожирных сливок накапливается значительно меньше, однако они полностью переходят в масло.

В охлажденные до 40–45 °С сливки вносят 2–4% закваски вместе с лимонной кислотой (180 г на 1 т) и тщательно перемешивают в течение 5–7 мин. Лимонная кислота активизирует молочнокислый процесс. Целесообразно закваску вносить с помощью насоса-дозатора между первым и вторым цилиндрами, что упростит технологический процесс.

Сквашивание сливок может быть длительным и кратким. При длительном сквашивании в пастеризованные и охлажденные сливки закваску вносят в количестве от 1,5 до 5%. При этом следует ее вносить как можно раньше, чтобы подавить развитие посторонней микрофлоры, оставшейся после пастеризации или вновь попавшей в сливки.

При выборе режимов сквашивания сливок желательно процессы физического и биохимического созревания сливок совместить. В этом случае целесообразно применять ступенчатые режимы физического созревания сливок.

Сквашивание сливок способствует образованию структурных связей системы. По мнению М. М. Казанского, понижение pH сливок при сквашивании снижает структурную устойчивость оболочки жировых шариков и изменяет коллоидное состояние системы, что способствует повышению вязкости сливок и изменению их поверхностного натяжения. На образование структурных связей в сквашенных сливках оказывает большое влияние коагуляция казеина.

Выбор температурного режима сквашивания сливок зависит от желаемой продолжительности этого процесса. При повышенных темпера-

турах сквашивания длительность его сокращается, но не обеспечивается нормальное физическое созревание сливок, и его приходится проводить раздельно. Если сквашивание ведется при 18–20 °С, то в сливки вносят от 1,5 до 5% закваски. Продолжительность сквашивания при этом составляет 6–12 ч в зависимости от требуемой конечной кислотности сливок. Чтобы избежать переквашивания, сливки следует охладить, как только их кислотность будет на 5–7 °Т ниже требуемой.

Сквашивание при повышенных температурах (18–20 °С) имеет недостаток: требует подогревания сливок после созревания и охлаждения их перед сбиванием. Такой режим целесообразно применять для сквашивания бактериально обсемененных сливок, так как повышенные температуры благоприятствуют ускоренному развитию молочнокислых микроорганизмов и подавлению посторонней микрофлоры. Проводить сквашивание следует в этом случае перед физическим созреванием, пока посторонняя микрофлора не получила интенсивного развития.

При использовании бактериально чистых сливок в осенне-зимнее время этот режим сквашивания можно совместить со второй ступенью физического созревания по зимнему типу, а в весенне-летнее – с первой ступенью по летнему типу. Если сквашивание предшествует физическому созреванию сливок, то усиливается интенсивность накопления летучих кислот, диацетила и ацетоина, а повышенные температуры сквашивания способствуют наибольшему их адсорбированию на поверхности малоотвердевших жировых шариков.

Для интенсификации биохимического созревания при повышенных температурах часть сливок (1/3–1/4) можно подвергать длительному сквашиванию, в весенне-летнее время при 19–20 °С, а в осенне-зимнее – по температурной схеме 5–7 → 16 – 19 → 11–18 °С до достижения pH плазмы 4,5–5,0, с последующим их смешиванием со свежими сливками, охлажденными после пастеризации до 3–8 °С в поточном сливкосмесителе, в соотношениях, оптимальных для получения желаемой кислотности сливок. В качестве закваски используют ацидофильно-ароматическую закваску повышенной биологической активности, обогащенную сухими веществами молока (до 14–18%).

Сквашивание при средних температурах (14–17 °С) с внесением закваски в количестве 5–7% длится от 12 до 16 ч. Этот режим наиболее распространен в промышленности. При достаточной активности закваски одновременно со сквашиванием проходит и первая ступень физического созревания сливок.

Однако и средние температуры сквашивания сливок не совсем удобны, так как требуют попеременного охлаждения, нагрева и снова охлаждения до температуры сбивания.

Наиболее рациональный метод – сквашивание при пониженных температурах, позволяющих почти полностью совместить процессы физического и биохимического созревания сливок. Температуру сквашивания устанавливают в пределах 10–12 °С и вносят до 10% закваски из психротолерантных (холодоустойчивых) рас молочнокислых бактерий. Если применяют обычные расы молочнокислых бактерий, то температуру сквашивания повышают до 12–14 °С, чтобы уложиться в обычные нормы времени сквашивания. В этом случае до сквашивания или после него (в зависимости от химического состава жира) проводят кратковременное физическое созревание сливок при более низких температурах (5–7 °С) для достижения необходимой степени отвердевания жира. Подготовка сливок к сбиванию при пониженных температурах 10–12 °С и совмещении сквашивания с физическим созреванием способствует наибольшему накоплению ароматических веществ, особенно диацетила.

При выборе очередности проведения физического созревания и сквашивания и их режимов необходимо учитывать не только технологические условия производства, но и сезонные колебания химического состава жира, чтобы получить высококачественное по вкусовым достоинствам и консистенции масло.

В процессе краткого сквашивания сливок закваску вносят в сливки, прошедшие физическое созревание. Заквашенные сливки выдерживают 30 мин. За период выдержки количество ароматических веществ увеличивается в 1,5–2 раза. Если физическое созревание проводится при низких температурах, желательно предварительно провести заквашивание сливок, чтобы молочнокислые бактерии адаптировались к низким температурам, благодаря чему повышается их активность в масле при низких температурах его хранения. Это, однако, может привести к заметному развитию молочнокислого процесса в сливках (особенно при колебаниях температуры физического созревания) и чрезмерному повышению их кислотности. Поэтому рекомендуется около 70% положенного количества закваски внести до физического созревания при низких температурах для приспособления микрофлоры к новым условиям и низкой температуре, а остальную необходимую часть закваски, с учетом имеющейся и желаемой кислотности, внести перед сбиванием. При этом температура созревания сливок не должна превышать 8 °С. Этот метод позволяет точно стандартизировать сливки по кислотности перед сбиванием и способствует повышению активности развития молочнокислой микрофлоры закваски в первые дни хранения масла, усилению его вкуса и аромата.

Краткий метод сквашивания сливок требует большого количества закваски (5–10%), что является его недостатком. Поэтому применяемые закваски должны быть исключительно высокого качества по бактери-

альной чистоте и активности при низких температурах развития. Рекомендуется использовать психротолерантные культуры молочнокислых бактерий, которые активны в первое время хранения масла. Это важно особенно в том случае, если закваска была внесена в сливки перед физическим созреванием, а до употребления подвергалась воздействию температур 1–2 °С.

Охлаждение масла в крупной упаковке в маслохранилище проходит очень медленно – несколько дней. В свежевыработанном масле, полученном при кратком методе сквашивания, вкус и запах кисломолочного масла выражены еще недостаточно. Но в первые же 10–15 дней в результате активного развития молочной микрофлоры в масле его запах и вкус достигают необходимой степени выраженности.

Для того, чтобы уменьшить расход закваски и стандартизировать жирность сбиваемых сливок, при кратком методе сквашивания используют сливки повышенной жирности (до 40%), так как закваска снижает жирность смеси.

Известен так называемый «двойной» метод сквашивания сливок, при котором одна часть сливок сквашивается, а другая проходит физическое созревание, после чего их смешивают. Этот метод особенно эффективен при использовании маслообразователя непрерывного действия (МНД). Считается, что двойное сквашивание предупреждает развитие в масле такого порока, как олеистый вкус.

На многих заводах Западной Европы закваску в сочетании с пермеатом врабатывают в сладкосливочное масло в количестве, которое обеспечивает вкус и содержание диацетила такое, как в кислосливочном масле, полученном традиционным методом. Этот метод позволяет получить сладкую пахту, снизить вязкость созревших сливок, более точно контролировать в масле СОМО.

Хорошую сохранность масла обеспечивает оптимальная степень сквашивания. Стойкость масла достигается активностью процесса молочнокислого брожения, избыток молочной кислоты угнетает развитие молочнокислых бактерий. При значительном повышении кислотности сливок понижается редуцирующая способность молочнокислых бактерий, а также молочная кислота может воздействовать на лецитин с образованием пороков вкуса. Это особенно проявляется в соленом масле, а также в присутствии солей тяжелых металлов (Cu, Fe).

В то же время слабое кислотообразование не может служить достаточной гарантией против роста в масле технически вредной микрофлоры, а также не обеспечивает достаточно выраженных запаха и вкуса кислосливочного масла. При pH плазмы сливок 5–5,7 масло приобретает хорошо выраженный вкус и запах.

Оптимальная кислотность сливок должна быть избрана с учетом условий производства и хранения масла. При пониженном качестве сливок, слабой степени посолки или ее отсутствии и при повышенных температурах длительного хранения масла кислотность сливок должна быть более высокой, но не выше 45–50 °Т. Наоборот, при противоположных условиях кислотность сливок может быть снижена до 35 °Т. При нормировании кислотности сливок следует перерасчитывать ее на кислотность плазмы, что обеспечивает однородную степень сквашивания при различной жирности сливок.

При кратком методе сквашивания кислотность сливок средней жирности должна быть в пределах 25–27 °Т, что соответствует кислотности плазмы 40 °Т, при выработке несоленого масла последняя может быть 50 °Т. В Прибалтийских республиках рекомендуют более высокие нормы сквашивания – от 60 до 70 °Т по плазме для масла, сразу же поступающего в реализацию, а для длительного хранения – от 50 до 60 °Т с целью повышения его стойкости. В Скандинавских странах также распространена к высокая степень сквашивания – 60–66 °Т по плазме сливок.

С целью повышения стойкости масла А. М. Мироненко было рекомендовано вносить закваску непосредственно в пласт масла или в масляное зерно. При этом активные расы молочнокислых бактерий, распределяясь в крупнокапельной плазме масла, будут развиваться в первые дни его хранения и подавлять развитие посторонней микрофлоры. Кроме того, обогащение плазмы масла закваской приводит и к более выраженному запаху и вкусу масла, сокращается и упрощается технологический процесс, получается сладкая пахта, меньше расходуется закваски.

Внесение дрожжей в масло повышает его стойкость, так как дрожжи окисляют глюкозу, жирные кислоты, молочную кислоту и другие органические вещества до CO_2 и H_2O, выделяют антибиотики, снижают окислительно-восстановительный потенциал. В результате подавляют развитие аэробных плесеней и протеолитических бактерий, затормаживают в масле окислительные процессы и препятствуют возникновению пороков вкуса – олеистого и рыбного, предохраняют от прогоркания. Дрожжи не должны образовывать спор, сбраживать молочный сахар, разлагать в заметной степени белок и жир. Таким требованиям отвечают штаммы дрожжей № 304 рода *Torulopsis*, выделенный Г. Г. Блок, и № 12 рода *Candida*, выделенный В. М. Богдановым. Первые эффективнее, так как развиваются на поверхности и внутри масла, вторые – только на поверхности. Вносят 20 мг смывов дрожжей на 100 кг масла из расчета 100–150 тыс. клеток на 1 г масла. Перед внесением смывы смешивают с закваской, добавляют в пахту или в воду, предназначенную для нормализации влаги в масле.

Вместо бактериального Э. Рубером был предложен химический метод сквашивания путем внесения в масло растворов молочной кислоты и диацетила. Масло в этом случае не имело естественного кисломолочного вкуса.

В Швеции для усиления аромата масла добавляют смесь молочной, уксусной и муравьиной кислот и диацетила. Чтобы получить масло высокой стойкости, сливки частично раскисляют до pH 6–7 смесью Na_2HPO_4 и $NaHCO_3$.

Внесение краски

Цвет масла обусловлен присутствием пигментных веществ – каротина и ксантофилла, переходящих в молоко из зеленых кормов и корнеплодов. Масло летней выработки имеет желтый цвет, а зимней – белый, так как в нем отсутствуют пигменты корма. В нашей стране разрешено подкрашивание масла, но маслодельная промышленность этим, как правило, не пользовалась. Масло, поступающее из зарубежных стран, подкрашивается, причем не только зимнее, но и летнее.

Чтобы придать зимнему маслу цвет летнего, в сливки перед сбиванием добавляют жирорастворимые пигменты растительной краски орлеан, вырабатываемой из семян растения *Bixa orleana*. Эта краска растворяется в растительных маслах и представляет собой маслянистую жидкость интенсивно-оранжевого цвета с красноватым оттенком. Она не должна давать осадка и иметь пороков запаха.

Количество вносимой в сливки краски устанавливают в зависимости от интенсивности естественной окраски жира, цвета самой краски и жирности сливок. Для осенне-зимнего периода используют краску средней интенсивности в количестве 0,5–0,95 мл на 1 кг жира сливок, а для зимне-весеннего – от 1 до 1,5 мл. Рассчитанное количество краски добавляют в маслоизготовитель непосредственно перед сбиванием сливок.

Теоретические основы сбивания сливок в масло

Сбивание сливок в масло представляет собой очень сложный коллоидно-химический и физико-механический процесс, неразрывно связанный с поверхностными явлениями.

Весь процесс маслообразования условно можно разбить на три стадии. На первой стадии разрушаются оболочки жировых шариков, ослабленных при физическом созревании сливок. Шарики, сохранившие оболочку, преимущественно переходят в пахту, и только небольшая их часть попадает в плазму масла. На второй стадии жировые шарики за счет жидкого жира слипаются сначала в кучки и комочки, а затем в зерна масла. При этом процессы разрушения оболочек и агрегирования жировых шариков во времени могут проходить в какой-то мере одновременно. На

третьей стадии отдельные зерна в процессе механической обработки объединяются в пласт масла.

Сущность происходящих при маслообразовании процессов различные исследователи трактуют по-разному. Расхождения между отдельными теориями обусловлены тем, что механизм этих процессов зависит от многих факторов – метода и условий выработки масла, жирности сливок и степени их физического созревания, способа воздействия (механического, коллоидно-химического, термического), применяемого для получения масла, конструкции аппаратов. В зависимости от того, какие факторы выдвигаются на первое место, каждая теория по-своему и несколько односторонне истолковывает процесс маслообразования. До сих пор нет единой теории, которая бы дала исчерпывающие ответы на вопросы механизма и сущности маслообразования, однако каждая вносила определенный вклад в теоретическое обоснование этих процессов.

Изучение сущности процессов маслообразования связано с именами А. Поккельс, О. Рана, В. ван Дама, Н. Кинга, Б. Холварда, М. М. Казанского, А. П. Белоусова, Г. А. Кука, А. Д. Грищенко, В. Д. Суркова, Ю. М. Глаголева, С. Я. Зайковского и др.

Теория обращения фаз. Известно, что устойчивость эмульсии нарушается, когда дисперсная фаза начинает преобладать над дисперсионной средой. Система стремится принять противоположное строение, с меньшей поверхностью раздела фаз. В результате происходит обращение фаз: среда становится фазой, а фаза – средой. За счет гидратированных коллоидов при сбивании жировые шарики соединяются в кучки, в которых концентрация жира доходит до 75, а плазмы – до 25%. Протоки плазмы, окружающие жировые шарики, стремятся уменьшить свою поверхность, стягиваются в капли, затягивая в себя и оболочечное вещество. Жир объединяется в комочки с включенными каплями плазмы, т. е. образуется структура масла – плазма в жире.

Основной недостаток теории в том, что сливки, прошедшие физическое созревание, рассматриваются как эмульсия, а не эмульгосуспензия. Обращение фаз возможно лишь в системах с жидкими фазами. Теория не учитывает роли твердой фазы в дисперсии сливок, а также механических воздействий, пенообразования, технологических режимов.

Пенная теория О. Рана. Различают три стадии сбивания. На первой – образуется пена, между наружной и внутренней пленками пузырьков которой втягиваются жировые шарики, так как они имеют оболочку из поверхностно-активных веществ. Жировые шарики, касаясь в пене друг друга, склеиваются за счет белка хоттеина в кучки, сохраняя свою индивидуальность. На второй стадии пена разрушается: плазма сливок постепенно стекает, пенный пузырек обсыхает и теряет свою эластич-

ность. На третьей стадии под воздействием механических ударов жир собирается в комочки и образуется видимое зерно.

В данной теории оболочки жировых шариков ошибочно считаются фактором объединения жировых шариков, сливки и масло отождествляются по структуре. Процессы образования и разрушения пены идут параллельно, а не на какой-то одной стадии.

Коллоидно-химическая теория М. М. Казанского. При физическом созревании сливок происходит отвердевание части жира в жировых шариках и одновременное снижение отрицательного электрического заряда адсорбционных оболочек жировых шариков. Вследствие этого жировые шарики объединяются в кучки, становятся мутными, деформируются, приобретая угловатые формы. Снижаются стабильность и прочность оболочки, часть оболочечного вещества с поверхности жировых шариков переходит в плазму, оболочка становится тоньше. Образование пены в сливках способствует переходу оболочечного вещества в плазму, а затем – во вновь образовавшуюся поверхность раздела сливки – воздух. Кристаллизация жира вызывает деформацию жировых шариков, вследствие чего оболочка подвергается действию напряжений, способных вызвать появление на ней трещин. Жидкий жир просачивается через трещины, вызывая гидрофобизацию и комкование жировых шариков. Жировые шарики, оболочка которых сохранилась, в образовании масла участия не принимают и переходят в пахту.

Гидродинамическая теория. Положения теории были сформулированы Г. А. Куком и развиты Р. И. Асейкиным. При вращении маслоизготовителя в процессе перемешивания сливки пронизываются вальцами, мешалками, билами, в результате чего в них образуются «вихревые шнуры», в которых столбик жидкости вращается вокруг своей оси. Плазма сливок, как более тяжелая фаза, отбрасывается к периферии вихря, а жировые шарики, плотность которых меньше, приобретают огромные угловые скорости и устремляются к оси вихря. Длительность жизни «вихревых шнуров» мала. По расчетом Кука, до 80% жировых шариков концентрируются у оси, оболочки их разрушаются, и они образуют конгломераты – зерна масла.

П. Гордиенко считает, что потоки жидкости движутся в объеме сливок параллельно, а жировые шарики – по спирали. Образование масляного зерна происходит при взаимном столкновении жировых шариков и ударах о стенку агрегата. А. Д. Грищенко поддерживает гидродинамическую теорию, при этом указывает, что в результате сильного механического сжатия шарики теряют липопротеиновые оболочки. Им установлена функциональная зависимость между скоростью процесса агрегации жировых частиц и их количеством в сбиваемых сливках.

Кавитационная теория В. Д. Суркова. Согласно этой теории, потоки сливок в емкости движутся с различной скоростью. При достижении определенной скорости в жидкости происходит разрыв и образуются пустоты, что создает новые поверхности раздела сливки-воздух, на которых непрерывно концентрируются жировые шарики. Затем происходит «обрушение» полостей потоками жидкости, имеющее характер гидравлического удара. В результате сжатия газов и повышения температуры жировые шарики оплавляются и соединяются оплавленными поверхностями, образуя комочки жира.

Теория А. Поккельс. Это одна из первых теорий (1902 г.), основанная на поверхностных явлениях процесса сбивания сливок.

Основная идея теории Поккельс состоит в том, что незащищенные жировые шарики соприкасаются в процессе сбивания с воздушными пузырьками пены и переходят на поверхность раздела плазма-воздух. Так как в этом случае жировые шарики обладают гидрофобностью, то, попав на пограничную поверхность, они не могут вернуться обратно в плазму. С уменьшением объема пены, сжатия воздушных пузырьков жировые шарики сближаются друг с другом и посредством жидкого жира объединяются сначала в мелкие конгломераты, а затем в масляные зерна.

Флотационная теория. Ее выдвинули зарубежные исследователи В. ван Дам, Б. Холвард, Х. Мульдер. В нашей стране флотационную теорию развил А. П. Белоусов. Авторы флотационной теории считали, что агрегация жировых шариков в основном происходит на образующихся при перемешивании сливок пенных пузырьках, то есть поверхности раздела сливки-воздух.

А. П. Белоусовым были проведены многочисленные исследования по изучению оболочек жировых шариков и их изменений от начала физического созревания сливок до образования масляного зерна в маслоизготовителях прерывного действия. К сожалению, эти исследования, проведенные в 1940-х годах, не были целеустремленно продолжены.

Эмульсия сливок обладает высокой степенью устойчивости. Стабильность эмульсии или дисперсии сливок обеспечивает липопротеиновая оболочка жировых шариков, состоящая из лецитина и оболочечного белка: к жиру обращена лецитиновая сторона, а к плазме – гидрофильная белковая.

В маслоизготовителях в процессе непрерывного перемешивания в первые 5–10 мин в сливки врабатывается воздух на 90% их объема, и поверхность воздушных пузырьков в 1 л смеси достигает 80 м^2. Вспениваемость и устойчивость пены увеличиваются с повышением концентрации жира в сливках.

В основе сбивания лежит флотация жировых шариков воздушными пузырьками. Отвердевшие жировые шарики при физическом созревании сливок имеют повышенную флотируемость по сравнению с жировыми шариками с жидким глицеридным ядром.

Гидродинамический режим при сбивании вызывает в сливках непрерывное и энергичное перемешивание воздушных пузырьков, что приводит к неизбежным многочисленным столкновениям их с жировыми шариками. Липопротеиновые комплексы обладают более высокой поверхностной активностью, чем пограничные поверхности плазма-жир, сливки-воздух. Поэтому при столкновении жирового шарика с воздушным пузырьком пены наиболее активные компоненты оболочки жировых шариков переходят на поверхность пенного пузырька, вытесняя из нее белки плазмы. При этом жировой шарик втягивается (флотируется) в пенный пузырек. Так пенный пузырек флотирует и концентрирует жировые шарики в своей поверхности. Около 50–70% липопротеина переходит при сбивании сливок с поверхностей жировых шариков в плазму и обнаруживается в пахте. Достаточна пятикратная смена воздушных пузырьков в сливках, и основная масса жировых шариков масла будет дестабилизирована.

При соприкосновении друг с другом в пенном пузырьке жировые шарики объединяются (слипаются) за счет жидкого жира оголенных участков в поверхностные агрегаты в виде пластины. При интенсивном перемешивании сливок конгломераты срываются с пенных пузырьков. Их поверхность, ранее обращенная к плазме, покрыта оболочками и достаточно гидратирована. А другая сторона пластинки лишена эмульгаторной пленки и сильно гидрофобна.

Пластинка стремится сомкнуть гидрофобные участки поверхности, свертывается, оставляя снаружи гидрофильную сторону. Эти первичные конгломераты снова флотируются и таким же образом образуют вторичные конгломераты.

Этот процесс повторяется до тех пор, пока конгломераты не перестают стабилизировать воздушные пузырьки. Основная масса жировых шариков уже к этому моменту конгломерирована. Объем пены уменьшается. Конгломераты, сталкиваясь друг с другом, слипаются за счет жидкого жира в мелкие зернышки масла, которые окончательно разрушают пену. После разрушения воздушной дисперсии наступает процесс объемной коагуляции конгломератов, завершающийся образованием масляного зерна.

Эта теория схематично и гипотезно объясняет многие процессы, а также влияние отдельных условий на процессы маслообразования. Данная теория применима только к процессу сбивания сливок в маслоизго-

товителях периодического действия. Все процессы рассмотрены схематично и односторонне. Теория не объясняет многих явлений: например, почему конгломераты, попавшие из лопнувшего пенного пузырька в плазму, вновь не покрываются защитными оболочками, как жировые шарики при гомогенизации.

Исходя из современных исследований других авторов по изменению жировой дисперсии при подготовке сливок к сбиванию, процессов агрегации жировых шариков, новых теорий поверхностных явлений и устойчивости дисперсии системы, были предложены современные представления о маслообразовании и другие методы получения масла, основанные: 1) на работе с высокожирными сливками, исключающими из процесса участие воздушной фазы; 2) на приложении значительных механических воздействий, направленных на разрушение адсорбционной связи между жиром и оболочечным веществом. С использованием этих принципов разработан непрерывно-поточный отечественный метод получения масла преобразованием высокожирных сливок.

Аппараты, основанные на приложении значительных механических воздействий, были предложены А. Д. Грищенко (бильный аппарат), М. М. Казанским (центробежный маслоизготовитель), В. И. Сириком и др.

Влияние различных факторов на процесс сбивания сливок в масло

Сбивание сливок в масло проводят в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия с последующей обработкой масла.

Процесс сбивания сливок зависит от свойств и состава сливок и условий сбивания, от конструкции маслоизготовителя, скорости его вращения или интенсивности механического воздействия на сливки, степени наполнения емкости маслоизготовителя периодического действия, температуры сбивания и характера подготовки сливок.

Масло образуется тем быстрее, чем выше концентрация жировой фазы в сливках, чем интенсивнее механическое воздействие на сливки, чем выше температура сбивания и чем полнее прошли процессы физического созревания сливок.

Процесс маслообразования сводится к разрушению оболочек жировых шариков пониженной прочности при физическом созревании сливок и агрегации (объединению) их в масляные зерна за счет жидкого жира.

В маслообразовании большую роль играет пена, образование которой зависит от механического воздействия на сливки.

Влияние конструкции маслоизготовителя и скорости его вращения. Конструкция маслоизготовителя должна обеспечивать интенсивное механическое воздействие на сливки путем перемешивания, па-

дения, ударов. Рабочая емкость маслоизготовителей может иметь формы: цилиндрическую, коническую, грушевидную, усеченную грушевидную, кубическую (рис. 19.5).

Наиболее распространены маслоизготовители цилиндрической и конической формы. Цилиндрические могут быть металлическими (вальцовые и безвальцовые) и деревянными. Остальные – только металлическими, оснащенными приспособлениями для орошения водой нужной температуры. В цилиндрических маслоизготовителях имеются неподвижные лопасти для интенсификации механического воздействия при сбивании и обработке масла. Маслоизготовители конической формы (соединенные основанием два конуса) также имеют лопасти, приваренные наклонно для механической обработки масла. Выгрузка масла из этих маслоизготовителей производится через люк. Емкость маслоизготовителей грушевидной формы резко сужается от центра к выпускному отверстию.

Маслоизготовители кубической формы могут работать с недогрузкой емкости сливками.

В большинстве безвальцовых маслоизготовителей предусмотрено разрежение при заполнении емкости сливками и обработке масляного зерна.

Скорость вращения маслоизготовителя должна обеспечивать подъем сливок центробежной силой на возможно большую высоту с последующим их падением под воздействием силы тяжести. При оптимальной скорости вращения центробежное ускорение должно приближаться, но не достигать ускорения силы тяжести, то есть

$$n \le \frac{30}{\sqrt{R}}, \text{ об/мин},$$

где R – радиус маслоизготовителя, м.

Для практических целей скорость вращения n бочки маслоизготовителя определяют из уравнения:

$$n \le \frac{24}{\sqrt{R}}, \text{ об/мин},$$

В связи с появлением минизаводов по выработке масла представляют интерес ранее используемые конструкции для получения масла.

В маслобойках, где сбивание проводится с помощью вращающейся мешалки, окружная скорость ее должна быть 6 м/с. При увеличении числа оборотов мешалки сбивание ускоряется.

Шувалов установил, что если вращать емкость при неподвижной лопастной мешалке, то продолжительность сбивания и затрата энергии уменьшаются по сравнению с тем, когда мешалка вращается, а емкость неподвижна (скорости вращения мешалки и емкости были одинаковы).

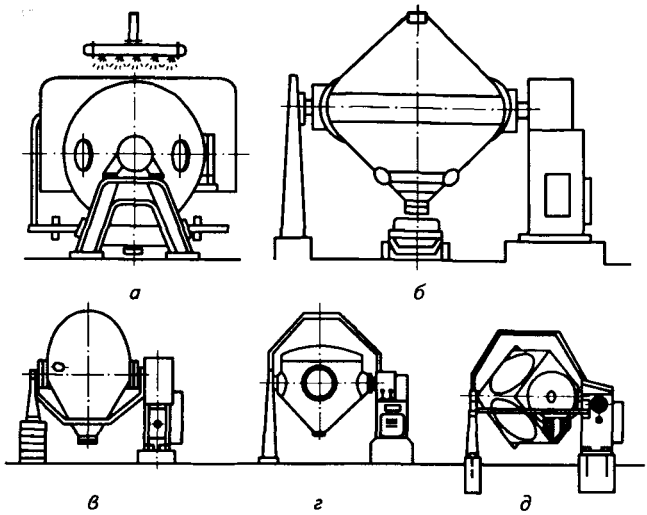


Рис. 19.5. Маслоизготовители с рабочей емкостью:
а – цилиндрической, б – конической, в – грушевидной, г – усеченной грушевидной, д – кубической формы

Это объясняется различным характером движения жидкости. При вращении мешалки в неподвижном сосуде сливки прижимаются к стенкам и лопасти мешалки не столько перемешивают сливки, сколько сдвигают кольцо сливок относительно стенок. А при вращении сосуда и неподвижной мешалке сливки разбиваются о лопасти мешалки, образуя завихрения, этим усиливается перемешивание сливок и ускоряется их сбивание.

Лопастные мешалки наиболее эффективны при сбивании сливок 30–35% жирности, а цилиндрические – при сбивании сливок 46–48% жирности. При применении цилиндрической мешалки продолжительность маслообразования обратно пропорциональна числу оборотов мешалки (И. Н. Влодавец, В. И. Фаветова).

Влияние степени наполнения емкости маслоизготовителя. Наиболее полное сбивание сливок при наименьшей затрате времени на единицу готового масла достигается при наполнении маслоизготовителя на 40–45% общей его вместимости, так как достигается максимальная поверхность воздушной дисперсии. Для сливок высокой жирности оптимальная степень наполнения соответствует 35% вместимости. Отклонения от оптимальной степени наполнения маслоизготовителя повышают отход жира в пахту и ухудшают консистенцию масла. С превышением допустимой степени наполнения бочки уменьшается высота падения сливок, понижается их вспенивание и в результате затягивается сбива-

ние или его совсем не происходит, если при образовании пены сливки займут весь объем. При необходимости можно допустить максимальную перегрузку до 50% наполнения сливками. При уменьшении степени наполнения сбивание ускоряется и значительная часть жировых шариков не успевает агрегироваться и остается в пахте, что понижает степень использования жира. При загрузке маслоизготовителя ниже 20% вместимости сливки растекаются по стенкам вращающегося маслоизготовителя, прилипают к ним, вращаются вместе с ним и не сбиваются. Минимально допустимое наполнение составляет 25% вместимости. Степень наполнения маслоизготовителя должна быть постоянной. Это облегчает получение масла постоянного состава и однородной консистенции.

Заполнение маслоизготовителя сливками должно быть кратковременным. Для этой цели используются высокопроизводительные насосы – плунжерные, ротационные, винтовые. В некоторых конструкциях маслоизготовителей предусмотрено создание разрежения для засасывания сливок. Подачу сливок можно производить и самотеком.

Влияние продолжительности сбивания. Показателем правильного выбора режимов подготовки и сбивания сливок, режимов технологического характера является продолжительность сбивания сливок. Она должна составлять 40–45 мин в маслоизготовителях цилиндрической формы и 50–60 мин в маслоизготовителях конической и другой формы.

При сокращенной продолжительности сбивания масляное зерно получается излишне мягкое, увеличивается отход жира в пахту. И, наоборот, при затягивании процесса сбивания зерно засаливается, плохо обрабатывается, масло получается грубой консистенции и плохо удерживает влагу. Продолжительность сбивания зависит от многих факторов: от массовой доли жира в сливках, от дисперсности жировой фазы, от режимов физического созревания сливок, от степени наполнения емкости маслоизготовителя, от химического состава жира и выбора начальной температуры сбивания. Мастер должен хорошо уметь безошибочно выбирать оптимальные технологические режимы получения масла.

Продолжительность сбивания сквашенных сливок сокращается, а сливки, полученные из стародойного молока, не сбиваются в масло из-за высокой дисперсности жировой фазы (очень мелкие жировые шарики).

Влияние жирности сливок. С повышением жирности сливок до 68–70% сбивание сливок в масло в маслоизготовителе с мешалкой ускоряется и длится всего лишь 6–8 мин (М. М. Казанский). Это связано с тем, что в маслоизготовителях с мешалкой значительно сокращается продолжительность начальной стадии сбивания – концентрации жира в пенных пузырьках (флотация). Продолжительность маслообразования

обратно пропорциональна концентрации жира в сливках (Н. Мульдер, И. Н. Влодавец, В. И. Фаветова).

М. М. Казанский полагает, что с повышением концентрации жира в сливках большее значение в процессе маслообразования приобретают гидродинамические факторы, в то время как при снижении жирности сливок на первое место, по крайней мере до стадии агрегации жира, выдвигаются поверхностные явления – флотация и изменения защитных свойств оболочечного вещества жировых шариков. Но при использовании обычных маслоизготовителей сливки высокой жирности сбиваются медленно из-за их высокой вязкости, приходится значительно снижать число оборотов маслоизготовителя, чтобы сливки успевали оторваться от его стенок и упасть, а не вращаться вместе с маслоизготовителем. Особенно это важно в период максимального образования пены, когда вязкость сливок резко повышается. При сбивании сливок с повышенным содержанием жира требуется постановка более крупного зерна, что облегчает регулирование состава масла при последующей обработке и обеспечивает низкий отход жира в пахту.

Содержание жира в пахте при сбивании сливок повышенной жирности зависит от температуры и продолжительности сбивания. Поэтому при сбивании жирных сливок необходимо понизить начальную температуру сбивания, чтобы удлинить процесс сбивания до 40–45 мин. Это обеспечит нормальный отход жира в пахту.

Влияние степени созревания сливок. Степень отвердевания глицеридов жира сильно влияет на гидрофобизацию жировых шариков, чем и объясняется лучшее использование жировых шариков при сбивании хорошо созревших сливок. По данным А. П. Белоусова, коэффициент флотации отвердевшего жира в несколько раз превышает коэффициент флотации жидкого жира.

При сбивании недозревших сливок с недостаточной степенью отвердевания жира образуется крупная малоустойчивая пена, процесс агрегации жировых шариков в масляное зерно проходит быстро из-за излишнего количества жидкого жира. Повышенное количество жидкого жира адсорбируется поверхностью пенных пузырьков и быстро их разрушает. Вследствие быстрого сбивания большая часть жира отойдет в пахту, снижая степень использования жира. Из недозревших сливок образуется неравномерное по размерам комковатое зерно с захватом большого количества пахты внутрь. Последняя при обработке мягкого зерна трудно удаляется из масла, оставаясь в виде крупных мутных капель. Масло приобретает дефект – мягкое, с крупной мутной слезой. Такое масло быстро портится при хранении. Недостаточно созревшие сливки с пониженным содержанием отвердевшего жира следует сбивать при

пониженных температурах. При этом в процессе перемешивания будет быстро происходить дополнительное отвердевание жира, начавшееся при физическом созревании сливок.

Только при определенном соотношении твердого и жидкого жира, которое обусловливается химическим составом жира и режимами физического созревания сливок, будет нормально проходить процесс сбивания сливок с образованием достаточно твердого и упругого зерна. Для этого в жире должно находиться 30–35% отвердевшего зерна (Г. В. Твердохлеб).

В опытах по сбиванию сливок 6 фракций молочного жира (температура плавления от 5 до 50 °С, соответственно от 6-й до 1-й фракции), предварительно подвергнутых физическому созреванию (от 0 до 35 °С), было установлено, что для образования масляного зерна необходим определенный минимум жидкого жира (25%) и твердого (20%), в противном случае процесс образования масляного зерна не пройдет. Установлено при этом, что начальная стадия маслообразования до «кучеобразования» может протекать в широком диапазоне температур, в то время как последняя стадия образования зерна требует узкого и определенного интервала температур, зависящего от химического состава жира.

Перезревшие сливки с излишне высокой степенью отвердевания жира имеют пониженные значения удельной поверхностной энергии и повышенную вязкость. При их сбивании образуется прочная мелкоячеистая пена, которая меньше обогащается жидким жиром и медленно разрушается, процесс сбивания сливок замедляется. Из-за недостатка жидкого жира образование комочков и зерен масла также задерживается. Сливки сбиваются долго, масляное зерно получается грубой, твердой, иногда засаленной консистенции. Для нормального протекания процесса маслообразования необходимо повысить температуру сбивания сливок, при которой часть отвердевшего жира расплавится и достигнет оптимальных норм.

Влияние кислотности сливок. Сквашенные сливки сбиваются в масло быстрее, полнее, с меньшим отходом жира в пахту. При сквашивании понижается pH и приближается к изоэлектрической точке белков плазмы, но не достигает ее. При этом величина заряда на жировых шариках становится минимальной, уменьшается гидратация оболочечных белков, а вместе с тем ослабляется адсорбционная связь между жиром и оболочкой. Процесс разрушения оболочек жировых шариков во время сбивания ускоряется и проходит более полно с минимальным отходом жировых шариков в пахту. Удельная поверхностная энергия сквашенных сливок меньше, поэтому пенообразование проходит интенсивнее, что также способствует сокращению продолжительности сбивания.

С удалением от изоэлектрической точки стабильность жировой дисперсии в белковой среде возрастает. Поэтому, устанавливая температуру сбивания, необходимо руководствоваться степенью сквашивания сливок. Если физическое созревание сливок обеспечило достаточную степень отвердевания жировой дисперсии, температуру сбивания сквашенных сливок можно несколько повысить без опасения излишних потерь жира в пахту.

При сбивании сквашенных сливок в самом начале сбивания необходимо остановить маслоизготовитель для выпуска газа.

Температурный режим сбивания сливок. Это основной фактор, обусловливающий продолжительность сбивания, отход жира в пахту и консистенцию масляного зерна. Его избирают, исходя из химического состава и прошедших фазовых изменений жира сливок, конструкции маслоизготовителя и температуры помещения. Последняя не должна оказывать влияния на изменение температуры сливок в процессе сбивания.

Для зимнего жира, обычно более тугоплавкого, с низким йодным числом и высоким жирнокислотным показателем, следует применять более высокие температуры сбивания (около 12–14 °С), обеспечивающие оптимальное соотношение жидкого и твердого жира. Для легкоплавкого летнего жира избираются более низкие температуры (8–11 °С).

Изменением температуры сбивания можно также регулировать степень отвердевания жира в сливках и консистенцию масляного зерна. При повышенных температурах сбивания образуется крупноячеистая, быстро разрушающаяся пена и происходит частичное расплавление отвердевшего жира, при пониженных, напротив, жир отвердевает, а пена получается мелкоячеистая, прочная. Поэтому с повышением температуры сбивания увеличивается количество жидкого жира, ускоряется сбивание, повышается отход жира в пахту и уменьшается твердость масляного зерна; с понижением ее отвердевший жир расплавляется меньше и возможно даже дополнительное его отвердевание. Процесс сбивания удлиняется, уменьшается отход жира в пахту и увеличивается твердость масляного зерна.

В процессе сбивания температура несколько возрастает (на 1,5–2 °С). Это происходит в основном за счет превращения механической энергии в тепловую и частично (на 0,2 °С) – в результате агрегатного изменения жира, когда при отвердевании выделяется теплота, а при плавлении – поглощается. Если температура сбивания повышается более чем на 2 °С или менее чем на 1,5 °С, это указывает, что начальная температура сбивания была избрана неправильно или есть излишний теплообмен с воздухом помещения или хладоносителем.

На процесс сбивания значительно влияет и характер изменения температуры в ходе сбивания. В начале сбивания, когда происходит концентрирование жировых шариков на поверхности пенных пузырьков, процесс может протекать при довольно широких колебаниях температуры, при этом важно лишь сохранить оптимальную степень отвердевания жира и стойкости пены. Но когда флотация жира завершена и процесс переходит в стадию образования конгломератов, необходимо обеспечить определенный температурный режим (конечную температуру сбивания), определяющий характер маслообразования и существенно влияющий на качество масляного зерна, его состав и структуру.

Когда сливки сбиваются при слишком низких температурах (около 5–7 °С), масляное зерно не будет образовываться вследствие недостатка жидкого жира до тех пор, пока температура сливок не повысится до оптимальной за счет механического воздействия и теплообмена с воздухом помещений.

При использовании безвальцовых маслоизготовителей начальную температуру сбивания сливок избирают такой, чтобы продолжительность сбивания не превышала 50–60 мин. Температура сбивания сливок обычно в весенне-летний период составляет 7–13 °С, а в осенне-зимний – от 8 до14 °С. Размер зерна обычно составляет 3–5 мм.

Производство масла в маслоизготовителях периодического действия

Сбивание сливок. Сбивание в цилиндрических маслоизготовителях длится 35–45 мин с постановкой зерна размером 3–4 мм в диаметре, в конусных и кубических – от 50 до 60 мин (с зерном 3–6 мм). Высокое содержание жира в пахте показывает, что процесс маслообразования не закончен. Чтобы предотвратить засаливание зерна, для сливок пониженной жирности зерно ставят мельче. При использовании сливок повышенной жирности продолжительность сбивания увеличивают до образования крупного зерна, что позволяет снизить отход жира в пахту. Следует, однако, учитывать, что из очень мелких и очень крупных зерен трудно удалять пахту вследствие большой суммарной поверхности зерен в первом случае и включения большего количества влаги внутри зерна – во втором. Характер распределения плазмы зависит от величины зерна (табл. 19.4).

Крупные зерна содержат мало поверхностной пахты. Большая часть ее включена в зерна в виде мелких капель, захваченных комочками жира при формировании зерна. Такую пахту называют высокодиспергированной плазмой.

19.4. Распределение плазмы в зернах разной величины

Размер зерна, мм	Поверхностная плазма, %	Диспергированная плазма, %	Массовая доля влаги в зерне, %
1–2	60	40	32
2–3	44	66	29
3–4	40	60	25
4–5	32	68	21
5–6	25	75	15

Степень использования жира при сбивании служит оценкой качества этого процесса. Она показывает, какая часть жира переходит из сливок в масло. Некоторое количество жира теряется с пахтой. При нормальном процессе маслообразования степень использования жира зависит от размеров жировых шариков, что видно из следующих данных:

Диаметр жировых шариков, мкм	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–8	Свыше 8
Степень использования жира,%	0	33	68	78	95	97	99	100

На степень использования жира влияют также условия получения масла. Повышенные температуры сбивания, недостаточное созревание сливок, постановка мелкого зерна увеличивают отход жира в пахту. Определенную роль играет и состояние белковой фазы. Жирность пахты обратно пропорциональна содержанию казеина в сквашенных сливках. Так, повышение его от 0,84 до 5,24% при pH 4,48–4,5 приводит к снижению жирности пахты с 0,85 до 0,32%. Объясняется это тем, что суспензированный белок защищает комочки жира от дробления.

Повышенное содержание альбумина не оказывает заметного влияния на жирность пахты, но с введением лецитина и других фосфатидов в сливки содержание жира в пахте поднимается до 6% и более. Соли цитрата и фосфата натрия, увеличивающие отрицательный заряд жирового шарика, содействуют стабильности жировой эмульсии и способствуют повышению жирности пахты. Противоположное влияние оказывают ионы двухвалентных металлов, в частности кальция, уменьшающие заряд жирового шарика.

В нормальных условиях при использовании сливок средней жирности пахта должна иметь массовую долю жира не более 0,3%. Степень использования жира должна быть не ниже 99,3%.

Пахту с высоким содержанием жира можно сепарировать. Полученные сливки рекомендуется сбивать вместе с обычными, поскольку без них сливки из пахты сбиваются очень медленно и с низкой степенью использования жира. Более целесообразно пахту использовать для производства молочных напитков.

Промывка масла. Поверхностная плазма зерен образует в масле макрокапли, соединенные широкими протоками, через которые может осуществляться диффузия питательных веществ и продвижение микробов. При промывке масляного зерна водой поверхностная пахта, богатая питательными веществами для микробов, удаляется, этим повышается стойкость масла при хранении. Сильно диспергированная пахта, находящаяся внутри зерна, не отмывается, но она недоступна для микроорганизмов. При самой тщательной промывке можно удалить лишь половину содержащегося в зерне молочного сахара и 15–27% белка. Чем мягче и крупнее зерно, тем хуже отмывается пахта. С промывной водой удаляются вкусовые и ароматические вещества плазмы, ослабляются вкус и аромат масла, образуется пустоватый привкус. Кроме того, плазма масла обладает антиокислительными свойствами вследствие содержащихся в ней сульфгидрильных групп (–SH), токоферола (витамина Е), β-каротина, фосфатидов. Поэтому промывка масла оправдывает себя при бактериальном загрязнении сливок и хранении масла при температурах, близких к положительным. Если масло выработано из первосортного сырья при тщательном соблюдении санитарно-гигиенических условий, плазма хорошо диспергирована при обработке масла, то нет необходимости в его промывке. В непромытом масле СОМО выше на 0,2–0,5%. При соблюдении этих условий промывку, как правило, исключают или проводят минимально – путем орошения зерна промывной водой.

При положительных температурах хранения, когда на первое место выдвигаются бактериальные процессы порчи, промывка способствует повышению сохранности масла. И наоборот, хранимоспособность непромытого масла выше по сравнению с промытым в условиях отрицательных температур, почти исключающих бактериальные процессы порчи.

Вода, применяемая для промывки, должна быть вполне доброкачественной (прозрачной и бактериально чистой) и соответствовать требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Непригодна для промывки вода с показателем окисляемости свыше 8 мг/л. Предельная концентрация железа не должна превышать 0,3 мг/л, так как ионы железа, переходя в масло, катализируют окислительные процессы. Воду, не соответствующую установленным требованиям, специально обрабатывают.

При промывке хлорированную воду вливают примерно в количестве 50–60% массы сливок (чтобы все зерно было окружено водой) и выдерживают 2–3 мин. Делают 2–3 оборота на скорости сбивания, затем воду удаляют. При использовании низкосортных сливок масло промывают 2–3 раза. Орошение проводят при открытых кранах для стока пахты и продолжают его до выхода прозрачной воды. Температура промывной

воды должна быть равна конечной температуре сбивания, а при второй промывке – на 1–2 °С ниже. Для мягкого, слипающегося зерна температуру первой и второй промывки понижают на 2 °С и доводят выдержку до 10 мин. Чтобы улучшить консистенцию грубого крошливого зерна, температуру промывной воды берут на 1–2 °С выше температуры зерна.

Посолка масла. Соль придает маслу умеренно соленый вкус, а также повышает его стойкость при низких положительных температурах хранения. Растворяясь в плазме масла, она повышает ее осмотическое давление (до 5 МПа), что приводит к плазмолизу бактериальных клеток. Большинство гнилостных микроорганизмов прекращает свой рост при концентрации рассола в пределах 7–10%, липолитические – от 10 до 15, молочнокислые и молочная плесень – от 15 до 20, плесени и дрожжи – от 20 до 25%. Консервирующее действие соли сказывается при ее концентрации в плазме масла, равной 15%, что соответствует массовой доле соли 2,5%. Такое масло имеет излишне соленый вкус. Допустимое количество соли (не оказывающее отрицательного влияния на вкус продукта) составляет 1,5%; летом, когда температура хранения может повыситься, обычно вносят 1–1,2; зимой – от 0,8 до 1%. Посолка, однако, неспособна полностью обеспечить сохранность масла, так как микроорганизмы постепенно приобретают устойчивость к высоким концентрациям рассола. Развитие плесени *Penicillium lactis* наблюдалось при 27% концентрации рассола и даже в насыщенных растворах.

В известной степени консервирующее действие соли уменьшается от действия ее как химического агента, участвующего в процессах разложения компонентов масла. Посолка может стать причиной пороков химического происхождения – олеистого и рыбного привкусов.

При положительных температурах лучше сохраняется соленое масло, при отрицательных – несоленое, так как в первом плазма остается незамерзшей и в ней могут происходить ферментативные и химические процессы, а также развиваться микрофлора, малочувствительная к соли и низким температурам. При положительных температурах хранения микрофлора быстрее развивается в несоленом масле, а при отрицательных – в соленом.

Посолку выполняют высокосортной солью вакуумной выработки с размером кристаллов до 0,8 мм. Она должна иметь чистый белый цвет и в 5% растворе соленый вкус без горечи, не должна содержать хлорноватистых соединений.

Наиболее распространена посолка масла сухой солью. Ее вносят на поверхность рыхлого пласта масла при одновременном вливании недостающего количества воды и ведут обработку до готовности.

Посолку можно проводить прокипяченным и охлажденным рассолом, внося его в зерно или рыхлый пласт масла.

Механическая обработка масла. Цель обработки – получение пласта однородной консистенции, регулирование содержания влаги, диспергирование ее до частиц минимальных размеров и равномерное распределение.

Структура масляного зерна, его консистенция и размеры существенно влияют на процессы механической обработки. В отличие от масла оно обладает более рыхлой структурой, и в нем содержится большое число отдельных и слипшихся жировых шариков с частично разрушенными оболочками. Зерно должно быть оформленное, иметь вид рассыпчатой массы, достаточно твердую и упругую консистенцию. Структура, консистенция и размеры зерна зависят от конструкции маслоизготовителя, режимов подготовки и сбивания сливок, их жирности. При повышенных температурах подготовки и сбивания сливок, а также их жирности зерно получается более рыхлым, мягким, повышенной влагоемким. В пласт из такого зерна быстро врабатывается влага без достаточной степени диспергирования. И, наоборот, при пониженных температурах зерно получается излишне твердым, округлой формы и даже с дефектом засаленности, который может усилиться при длительной механической обработке.

Конечное содержание влаги в масле определяется начальной влагоемкостью зерна (от 15 до 50%), зависящей от его размеров. Больший удельный вес приходится на поверхностную влагу в виде макрокапилляров между зернами, меньше заключено внутри зерна. Регулирование или вработка влаги и ее диспергирование идут за счет поверхностной влаги. Крупное зерно содержит меньше влаги, чем мелкое с относительно развитой поверхностью. Влаги, заключенной внутри зерна, больше в крупном зерне.

Масло обрабатывают с помощью вальцов, лопастей, а в безвальцовых аппаратах – за счет ударов о стенки. При вращении маслоизготовителя масло лопастями или стенками поднимается вверх, а затем отрывается и падает, ударяясь о стенки резервуара, спрессовывается. Сначала обработку несколько минут ведут при закрытых кранах, а затем, не останавливая маслоизготовитель, – при открытых. После прекращения выделения влаги маслоизготовитель останавливают, отбирают из разных мест монолита среднюю пробу, определяют содержание влаги, по расчетам вносят недостающее ее количество и ведут обработку при закрытых кранах до полной ее вработки и диспергирования. Температура обработки масла в металлических маслоизготовителях регулируется орошением его водой.

Весь процесс обработки масла, по М. М. Казанскому, можно разделить на три стадии (рис. 19.6). На первой стадии зерна объединяются в рыхлый пласт масла, при этом они давят друг на друга, поверхностная влага стекает и выпрессовывается из масла, отчего содержание ее понижается до 11–14%. Момент, соответствующий минимальному содержанию влаги, называется критическим. Содержание влаги в этот момент повышается с увеличением влажности зерна и уменьшением его твердости. При образовании пласта разрушаются протоки между зернами, которые распадаются на мелкие капли и капсулируются.

При сдавливании зерен завершается разрушение оболочек гидрофобизированных жировых шариков с выделением из них жидкого жира, который способствует капсулированию крупных капель влаги. Разрушается рыхлая структура масляных зерен, получается более компактная структура с возрастанием коагуляционных контактов между частицами дисперсной фазы. По достижении критического момента прекращается обильное выпрессовывание влаги из пласта масла.

Во второй стадии под действием механической обработки разрушается структура масла, оно становится более влагоемким и начинает врабатывать влагу наряду с ее выпрессовыванием. Выпрессовывание происходит через имеющиеся капилляры, а удаление крупных капель – через свободную поверхность монолита.

Сначала процессы вработки и выпрессовывания влаги уравновешены, а затем с усилением размягчения масла начинает преобладать вработка воды. Одновременно происходит усиленное диспергирование крупных капель, которые при обработке вытягиваются, и, когда длина их превышает ширину в 3–4 раза, они разделяются на несколько мелких.

Чтобы образовавшиеся мелкие капли были достаточно устойчивыми, необходимо иметь оптимальное соотношение в масле твердой и жидкой фаз жира, а также достаточную вязкость консистенции. Во время обработки происходит постепенное уменьшение степени непрерывности водной фазы. Происходит дальнейшее формирование структуры масла: частичное разрушение элементов кристаллической структуры отвердевшего жира, завершение смены фаз, равномерное распределение в монолите жидкой и твердой фаз жира, дальнейшее выделение жидкого жира, некоторая вработка и диспергирование газовой фазы. Структура приобретает гомогенность, увеличивается количество коагуляционных связей, масло приобретает более пластичную консистенцию.

На третьей стадии обработки значительно повышается влагоемкость масла, поэтому увеличивается вработка влаги и почти полностью прекращается ее выпрессовывание. Усиленно происходит диспергирование капель. Процесс обработки прекращают по достижении желаемо-

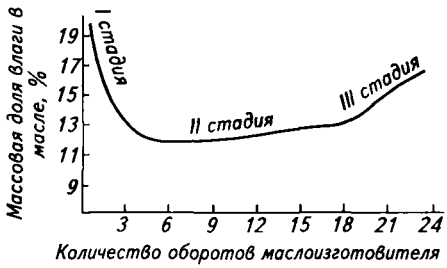


Рис. 19.6. Кривая вработки влаги в масло в процессе механической обработки масляного зерна

го содержания влаги в масле и образовании сухой поверхности монолита. Одновременно с влагой происходит вработка газа с его диспергированием. В летнем масле содержание воздуха выше, чем в зимнем, что связано с большим содержанием в нем жидкого жира. В процессе обработки происходит переход коллоидных веществ плазмы на поверхность раздела плазмы с жировой фазой.

Продолжительность каждой стадии обработки зависит от химического состава и фазового состояния жира, консистенции зерна, температуры и факторов механического воздействия. Чем больше легкоплавких глицеридов входит в состав жира, тем труднее получить масляное зерно достаточной твердости, и, наоборот, чем больше удельный вес тугоплавких глицеридов, тем выше получается твердость зерна. Поэтому для нивелирования сезонных изменений в химическом составе жира и получения зерна хорошей консистенции необходимо применять ступенчатые режимы подготовки сливок, регулировать температуру и степень механического воздействия при обработке масла. Для зерна из летних сливок требуется меньшее механическое воздействие при обработке масла, чем для зерна из зимних сливок.

С повышением кислотности сливок и приближением ее к изоэлектрической точке белка уменьшается степень его набухаемости, а следовательно, и количество влаги в масле, удерживаемой белковой фазой. Понижается влагоемкость масла также при повышении температуры пастеризации в связи с изменением гидратации белка.

В цилиндрических безвальцовых маслоизготовителях обработка длится 15–25 мин летом и 30–50 мин зимой. В конических маслоизготовителях после критического момента обработки сначала поддерживают температуру орошения 18–20, а затем 20–22 °С. Обработку начинают на малой скорости, а затем по мере размягчения масла ее увеличивают. Из цилиндрических безвальцовых маслоизготовителей масло выгружают в специальные тележки с высокими бортами, которые подставляют под люк маслоизготовителя. Выгружать масло можно также пневматически. Для этого к концу обработки температуру масла повышают до 18–20 °С

и в маслоизготовитель нагнетают воздух давлением 0,02 МПа, под действием которого размягченное масло легко вытесняется через кран для спуска пахты. При такой выгрузке продукт содержит меньше воздуха, сама разгрузка осуществляется быстрее.

Влияние обработки на стойкость масла связано с распределением водной фазы. Масло с хорошо диспергированной влагой недоступно для развития микроорганизмов.

При диспергировании капли плазмы одновременно осветляются вследствие притяжения частиц альбумина и коллоидного казеина жировой фазой. Полное осветление наступает при очень малых размерах капель, когда образуются тонкие мембраны и суспензированные вещества соприкасаются с границей раздела вода-жир. Одновременно с осветлением плазма освобождается и от микрофлоры.

В то же время тонкое диспергирование влаги приводит к увеличению поверхности раздела фаз влага-жир, на которой активизируются химические процессы. Кроме того, при достижении тонкого диспергирования влаги, связанного с длительной обработкой масла, оно обогащается воздухом, что способствует ускорению окислительных процессов и может стать причиной засаленности, олеистости и других дефектов.

Плазма содержит естественные защитные вещества – антиокислители. Поэтому тонкое диспергирование плазмы при обработке в значительной мере уменьшает опасность возникновения в масле окислительных процессов. Антиокислители проявляют себя тем активнее, чем больше поверхность раздела между фазами. Однако следует учитывать, что при использовании низкокачественного сырья и особенно при наличии в плазме металлов-катализаторов окислительных процессов высокая степень ее дисперсности сказывается отрицательно.

В Новой Зеландии и других странах применяют обработку масла под вакуумом или в атмосфере инертных газов. Содержание воздуха в продукте при этом понижается до 0,1%, благодаря чему он приобретает более плотную консистенцию. Это способствует повышению стойкости масла против химических процессов и плесневения, в особенности если такая обработка совмещается в дальнейшем с герметической упаковкой. Однако при слишком высоком вакууме на третьей стадии обработки в масле могут образовываться капли свободного жира, так как жидкий жир, который удерживается поверхностью воздушных пузырьков, после удаления воздуха становится свободным и собирается в капли.

Гомогенизацию масла рекомендуется проводить при использовании безвальцовых маслоизготовителей, не всегда обеспечивающих достаточно однородную консистенцию и удовлетворительное распределение влаги в свежевыработанном продукте, а также при выпуске мел-

кофасованного масла. Масло гомогенизируют в текстураторах типа М6-ОГА производительностью 400–800 кг/ч. Предварительно его выдерживают 1–3 ч в цехе или холодильной камере для уплотнения консистенции. Затем масло порциями по 6–8 кг загружают в бункер гомогенизатора, где оно захватывается двумя шнеками и продавливается между ножами вращающегося ротора, а затем через диафрагму наконечника, после чего выходит через прямоугольные отверстия в ящик. В процессе обработки температура масла повышается на 2–3 °С, оно приобретает плотную пластичную консистенцию с тонко распределенной влагой. В зависимости от твердости масла сменой роторов и изменением величины диафрагмы регулируют интенсивность механической обработки. Зимой, при более тугоплавком молочном жире, интенсивность механической обработки увеличивают, летом, при более легкоплавком жире, снижают.

Производство масла в маслоизготовителях непрерывного действия

Маслоизготовители непрерывного действия позволяют осуществить сбивание, посолку и обработку масла в потоке.

В настоящее время широко применяются линии по производству масла с использованием маслоизготовителей непрерывного действия, куда включены сливкосозревательные ванны с программным управлением, автоматы для фасования масла, машины для укладки брикетов масла в ящики, обандероливания и заклейки ящиков (рис. 19.7).

В нашей стране применяют отечественные и зарубежные линии.

Техника выработки масла. Цилиндр сбивателя маслоизготовителя непрерывного действия имеет сетчатую рифленую вставку с отверстиями ромбической формы для интенсификации сбивания сливок в масло. Предусмотрены охлаждение сбивального цилиндра и его мешалки, двойная промывка и охлаждение масляного зерна водой, обработка его под вакуумом, что снижает содержание воздуха в масле до нормального. Можно вырабатывать сладкосливочное и кислосливочное масло, соленое и несоленое, с промывкой и без промывки. Посолка осуществляется концентрированным рассолом поваренной соли (25%).

Предварительно обработанные с учетом времени года сливки, пастеризованные, охлажденные и прошедшие физическое созревание, поступают в маслоизготовитель самотеком или с помощью насосов.

В летнее время в рубашку сбивателя подают холодную воду (2–4 °С), чтобы предотвратить перегрев сливок во время сбивания. В новых моделях сбивателей сливки вначале тангенциально поступают на распределительный вращающийся конус, а затем на лопасти. При такой подаче сливки приобретают скорость, примерно равную скорости

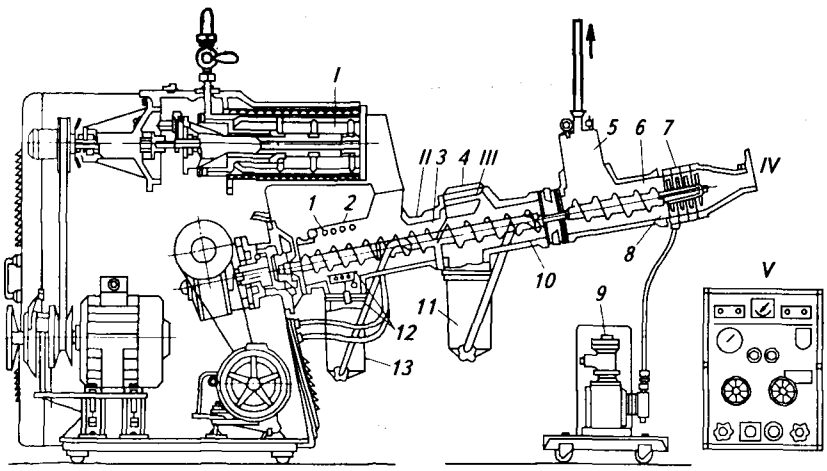


Рис. 19.7. Принципиальная схема маслоизготовителя непрерывного действия МВ-6 фирмы «Симон-Фрер»:

I – цилиндр для сбивания; II – прессовальная камера; III – камера промывки; IV – насадка для масла; V – пульт управления; 1 – первая прессовальная камера; 2 – первое приспособление для промывки; 3 – секция отжатия масла; 4 – второе приспособление для промывки; 5 – колпак с регулировочным вентилем и вакуумметром; 6 – вакуум-камера; 7 – блок обработки масла; 8 – перфорированная пластина и мешалка; 9 – дозатор; 10 – вторая прессовальная камера для промытого масляного зерна; 11 – сборник промывной воды; 12 – фильтр пахты; 13 – сборник пахты

вращения мешалки. Это предотвращает дробление жировых шариков и способствует уменьшению содержания жира в пахте. Кроме того, интенсифицируется процесс сбивания, что позволяет при сохранении высокой производительности аппарата уменьшить скорость вращения мешалки сбивателя на 30–40%. Это также способствует снижению отхода жира в пахту.

Сбиватель имеет съемные четырехлопастные мешалки различного диаметра, сменой которых можно регулировать зазор между краем лопасти и стенкой цилиндра в пределах от 2 до 6 мм (в зависимости от жирности сливок и вида вырабатываемого масла).

Факторы, влияющие на сбивание сливок в маслоизготовителях непрерывного действия, те же, что и при сбивании в маслоизготовителях периодического действия.

В маслоизготовителе непрерывного действия (МНД) сбивание сливок проходит в тонком слое, при этом сливки перемещаются по внутренней поверхности цилиндра сбивателя с большой скоростью, по характеру разрывного течения (В. Д. Сурков).

Поток сливок после прохождения лопасти резко увеличивает скорость и распадается на отдельные сильно аэрированные струи. По мере удаления лопасти скорость течения струй падает и они объединяются в сплошной поток. В потоке находится большое количество мелких пузырьков пены диаметром 1 мм и менее. Поток имеет вид кипящего слоя. Размер пузырьков пены больше перед лопастью, при прохождении через щель между лопастью и стенкой цилиндра происходит деформация и дробление пузырьков. А в зоне пониженного давления, возникающей за лопастью, пузырьки пены несколько расширяются и при столкновении друг с другом вновь объединяются (коалесцируют).

Толщина потока сливок в межлопастном пространстве сбивателя изменяется: сразу за лопастью она равна рабочей щели (около 2,5 мм), затем в 2–3 раза увеличивается, а перед следующей лопастью под действием центробежной силы вновь уменьшается. То есть после каждой лопасти поток пульсирует, то расширяясь, то сжимаясь. Вследствие больших скоростей движения сливок и интенсивного механического воздействия на них, скорость агрегации жировых шариков резко увеличивается (в 1000 раз) по сравнению с маслоизготовителем периодического действия (МПД). В МНД преобладает агрегация жировых шариков на свободной поверхности сливок, а в МПД – при участии дисперсии воздушных пузырьков пены.

Таким образом, при сбивании сливок в МНД агрегация жировых шариков вследствие интенсивного механического воздействия на сливки играет большую роль, чем при сбивании в МПД. На практике показателем интенсивности механического воздействия является частота вращения мешалки сбивателя. Последняя устанавливается в зависимости от модели конструкции МНД, химического состава жира, степени физического созревания сливок (степени отвердевания жира), концентрации жира в сливках и вида вырабатываемого масла.

В весенне-летний период года, когда молочный жир бывает более легкоплавким, частота вращения мешалки сбивателя ниже, чем в осенне-зимний период года, когда в молочном жире больше содержится высокоплавких глицеридов. С повышением в сливках массовой доли жира частоту вращения мешалки сбивателя снижают, а производительность аппарата увеличивают во избежание преждевременного образования масляного зерна.

Изменением частоты вращения мешалки сбивателя также регулируют влагоемкость масляного зерна. При сбивании сливок повышенной жирности ставят более крупное зерно, что облегчает регулирование влаги масла при обработке масляного зерна.

Температуру сбивания сливок устанавливают в зависимости от химического состава жира: в весенне-летний период – 7–12 °С, в осенне-зимний – 8–13 °С, а также с учетом содержания жира в сливках; степени отвердевания жира в сливках; интенсивности механического воздействия на сливки в аппарате, в зависимости от конструктивных особенностей МНД. Закономерности влияния температуры на продолжительность сбивания, качество масляного зерна, отход жира в пахту такие же, как и при использовании МПД.

Жирность пахты колеблется в пределах 0,4–0,7% зимой и 0,6–1,0% летом. Она снижается вместе с уменьшением интенсивности механического воздействия на сливки насосами при их перекачивании и сбивании. Поэтому целесообразно заменять центробежные насосы ротационными и по возможности подавать сливки в маслоизготовитель самотеком.

Образующееся масляное зерно размером 1–3 мм вместе с пахтой поступает в рабочий отсек с приспособлением для промывки масляного зерна. Однако из-за значительного разбавления пахты водой промывать масляное зерно в первой камере нецелесообразно. В первой камере маслообработника масляное зерно с помощью шнека отделяется от пахты и направляется через суженный канал во вторую камеру промывки масла, а пахта стекает через фильтр в сифон выхода пахты. Фильтр для отделения пахты автоматически очищается от прилипших комочков жира струей пахты. При входе во вторую камеру промывки сжатое масляное зерно вторично промывают струей холодной воды (3–5 °С), подаваемой под высоким давлением (6–8 МПа). Струя воды одновременно разрыхляет пласт, далее он шнеками проталкивается в следующую камеру для обработки под вакуумом. Шаг шнеков во второй камере увеличен, чтобы обеспечить необходимые условия для удаления отпрессованной влаги.

В маслоизготовителе «Контимаб-Мажор» в конце второй камеры недостающее количество воды или соли вносится дозатором, в маслоизготовителе «Контимаб-Интеграл» недостающее количество воды инжектируется с помощью дозатора в последнюю камеру. В этой камере имеется несколько комбинаций из перфорированных пластин и вращающихся лопастей.

При изготовлении соленого масла посолку проводят 25%-ным рассолом с помощью дозирующих устройств.

Экструзионно-шнековая обработка масляного зерна в маслоизготовителях непрерывного действия проводится с помощью шнеков, мешалок и продавливания через решетки. При этом проходят операции спрессовывания, гомогенизации для равномерного распределения влаги и уплотнения в конечной насадке при выходе из аппарата. Степень экструзионной обработки регулируют скоростью экструзии (от 1 до 16 см/с) и диаметром отверстий в решетках (от 10 до 2,5 мм).

Характер обработки масла зависит от частоты вращения шнеков, производительности маслоизготовителя и температуры масла на выходе. Для серийных маслоизготовителей рекомендуют частоту вращения шнеков обработника 0,5–1 $с^{-1}$ для осенне-зимнего времени и 0,41–0,7 $с^{-1}$ для весенне-летнего. Исключение составляют маслоизготовители ФБФБ, для которых эти показатели – соответственно 0,8–1,16 и 1,0–1,4 $с^{-1}$.

Консистенцию масла регулируют, изменяя частоту вращения шнеков обработника, с повышением ее масло приобретает более мягкую консистенцию, и наоборот. В весенне-летнее время производительность маслоизготовителя увеличивают, чтобы снизить интенсивность механического воздействия на масло и предотвратить получение его излишне мягкой консистенции. В осенне-зимнее время, наоборот, производительность маслоизготовителя снижают, чтобы предотвратить получение масла излишне твердой, крошливой консистенции.

Температура масляного зерна также влияет на эффективность обработки и консистенцию масла. Повышение температуры приводит к получению масла более мягкой консистенции и залипанию аппарата. При фасовании масла крупными монолитами температуру на выходе следует поддерживать в весенне-летнее время от 12 до 15, а в осенне-зимнее – от 13 до 16 °С. При мелкой упаковке температуру снижают на 1–1,5 °С.

Содержание влаги в готовом масле контролируется электронным влагомером с графической регистрацией показаний (погрешность 0,1%). Содержание влаги в масле регулируют, изменяя частоту вращения мешалки сбивателя и шнеков обработника, температуру сбивания сливок и обработки масляного зерна; подачу сливок в сбиватель – поддерживая уровень пахты в первой шнековой камере и др.

С понижением производительности маслоизготовителя на 10% содержание влаги в масле повышается примерно на 1%, так как масло дольше обрабатывается и становится более влагоемким. При снижении уровня пахты содержание влаги в масле уменьшается, так как снижается контакт зерна с пахтой и она в большей степени стекает с него. Так, при изменении уровня пахты на 2 см содержание влаги в масле изменяется на 0,1%.

При снижении частоты вращения шнеков увеличивается степень заполнения шнековой камеры, увеличивается прессующее давление шнеков, ускоряется процесс выпрессовывания пахты из масляного зерна, что обусловливает уменьшение содержания влаги в масле.

Практикой установлено, что для повышения содержания влаги на 1% необходимо увеличить частоту вращения мешалки сбивателя на 0,07 $с^{-1}$ или температуру сбивания на 0,4 °С, или уменьшить подачу сливок на 10%. При эксплуатации маслоизготовителей А1-ОЛО содержание

влаги в масле увеличивается примерно на 1% при повышении частоты вращения мешалки сбивателя на 0,9–1,0 $с^{-1}$ в весенне-летнее и на 0,5–0,66 $с^{-1}$ в осенне-зимнее время.

Для того, чтобы повысить содержание влаги в масле при снижении жирности сливок, необходимо увеличить скорость вращения мешалки сбивателя. Наиболее существенное влияние на содержание влаги в масле оказывает степень отвердевания глицеридов жира при физическом созревании сливок.

Регулирование содержания газовой фазы в масле осуществляют преимущественно степенью вакуумирования масла, а также параметрами сбивания сливок и обработки масляного зерна. Вакуумируют при разрежении в пределах 0,02–0,07 МПа, с повышением разрежения уменьшается содержание газа в масле. Содержание газа в масле, изготовленном в маслоизготовителе непрерывного действия, несколько выше, чем при использовании МПД, и составляет соответственно $(5–10)10^{-5}$ и $(2–3)10^{-5}$ $м^3$/кг.

Готовое масло выталкивается из маслоизготовителя шнеками через коническую насадку в виде непрерывной прямоугольной ленты. Размер выходного отверстия регулируется. Температура масла на выходе составляет 12–13, а температура пахты – 13–14 °С. Готовое масло направляют в машину для крупнооболочной или мелкой упаковки. Ленту масла можно разрезать на две части и направить одну в бункер машины для мелкого фасования, а другую – по конвейеру для упаковывания в картонные или деревянные ящики.

Производство масла на линии А1-ОЛО. Для обеспечения бесперебойной работы в течение всей смены целесообразно в линии иметь три резервуара Р4-ОТМ-4 вместимостью 4000 л. При наполнении резервуаров осуществляется автоматический контроль.

Сливки пастеризуют при 100–115 °С, комбинируя пластинчатый аппарат и трубчатый пастеризатор. Сливки после пластинчатого аппарата при необходимости подаются на дезодорацию. Охлаждение сливок до температуры физического созревания 4–6 °С проводится в пластинчатом аппарате.

Для устойчивой работы линии сливки должны иметь оптимальную и постоянную массовую долю жира 36–40% при выработке традиционных видов масла и 38–42% – масла с повышенным содержанием влаги. Линия комплектуется двумя сепараторами-нормализаторами для нормализации сливок в случае поступления их более низкой жирности. Сливки созревают в резервуарах РЗ-ОТН-5000, суммарная вместимость которых должна быть 35–40 $м^3$. Подогрев сливок до температуры сбивания целесообразно проводить водой с температурой не выше 25 °С, которая

подается насосом из промежуточной емкости в рубашку резервуара, минуя охладитель. Подвод тепло- или хладоносителя в рубашку следует осуществлять через коллектор с предохранительным клапаном, настроенным на допустимое давление 0,147 МПа, для предотвращения деформации внутренней стенки резервуара.

После созревания сливки на сбивание подают одновременно из всех резервуаров, чтобы не настраивать работу маслоизготовителя на каждый резервуар в отдельности в зависимости от различий в химическом составе и свойствах сливок. Но при этом уровень сливок во всех резервуарах должен быть одинаковым.

Маслоизготовитель А1-ОЛО/1 конструктивно не рассчитан на выработку масла с повышенным содержанием влаги. При производстве этих видов масла сбиватель маслоизготовителя должен работать при повышенных оборотах бильной мешалки (3,3–4,0 $с^{-1}$). В остальном работа линии не имеет принципиальных отличий от линии фирмы «Симон-Фрер» (Франция).

Производство масла на линии фирмы «Пааш-Силькеборг». Маслоизготовитель этой фирмы типа НСТ состоит из цилиндра-сбивателя, разделительного цилиндра и маслообработника. Его паспортная производительность составляет 1400–1600 кг/ч. Разделительный цилиндр имеет три секции. В верхней части первой (досбивания) подается через трубу охлажденная вода. Вторая (отделения пахты) – выполнена в виде сита с приспособлениями, предотвращающими образование комков масла. В третьей – промывается масляное зерно. Отделившаяся пахта с промывной водой не смешивается. Сбиватель, секции досбивания и частично маслообработник имеют охлаждающие рубашки. В маслообработнике можно создать необходимое разрежение.

Сливки из промежуточного бака через фильтр подаются в пластинчатый теплообменник для пастеризации. Далее при необходимости они поступают в дезодоратор, а затем через теплообменник перекачиваются в емкость для созревания сливок с водяной рубашкой для охлаждения или нагрева. Емкости снабжены приборами для автоматического контроля pH и регулирования температуры сливок, которая поддерживается в пределах 16–19 °С. Подготовленные к сбиванию сливки подаются насосом с бесступенчатым вариатором в маслоизготовитель. В горизонтально расположенном цилиндре-сбивателе сливки сбиваются. Била приводятся в движение гидравлическим приводом. Их работу можно регулировать в зависимости от жирности сливок и условий их предварительной подготовки.

Из сбивателя масляное зерно поступает в первую секцию разделительного цилиндра, где происходит его окончательное формирование

перед отделением пахты во второй секции. При желании в третьей секции можно промывать масляное зерно. Далее зерно поступает в маслообработник, состоящий из двух секций. В них установлены транспортные шнеки, лопастные мешалки и перфорированные пластины. Шнеки и мешалки приводятся в движение двумя гидравлическими приводами – по одному для каждой секции. Частота их вращения регулируется бесступенчатым способом. В обработнике обрабатывают зерно под вакуумом, перемешивают масло, регулируют содержание влаги и вносят раствор соли.

Производство масла в маслоизготовителе КМ-1500. Производительность маслоизготовителя КМ-1500 составляет 800–1500 кг/ч. В конструкцию маслоизготовителя входят сбиватель с мешалкой (2,33–2,5 $с^{-1}$), гидравлический привод, вращающийся разделительный цилиндр (0,002 $с^{-1}$) и шнековый маслообработник (0,05–0,108 $с^{-1}$). Разделительный цилиндр имеет секции досбивания сливок, отделения пахты, комкования и промывки масляного зерна. В маслообработнике есть две пары шнеков (с вариацией числа оборотов от 40 до 80 в мин) и четыре камеры обработки. Сбиватель и обработник снабжены охлаждающими рубашками. Жирность сливок можно варьировать от 34 до 45%. Летом сливки сбивают при 9–11°С, зимой – при 10–12 °С. Чем жирнее сливки, тем ниже избирается температура сбивания. В сбиватель сливки подаются винтовым насосом, сбивание длится 3–5 с. Отделение зерна от пахты происходит в разделительном цилиндре. Содержание влаги регулируют путем изменения режима работы маслоизготовителя и внесения недостающего количества кипяченой воды насосом-дозатором.

Формирование структуры и консистенции сливочного масла

Структура и консистенция масла формируется на всех этапах его выработки и зависит от метода и режимов его изготовления. Консистенция масла обусловливается его структурой, т. е. распределением и взаимосвязью отдельных компонентов (молочного жира, плазмы, газов, жировых глобул), которые содержатся в нем в различном количестве. Структура масла, в свою очередь, определяется химическим составом, технологическими параметрами и методами его производства.

Первичная структура масла формируется на последней стадии технологического процесса. В производстве масла методом сбивания – при механической обработке масляного зерна и пласта масла, а при изготовлении методом преобразования высокожирных сливок – на выходе из маслообразователя и при последующем уплотнении при наполнении маслом ящика.

Во время хранения происходит образование вторичной структуры масла вследствие физических и физико-химических процессов структурирования его компонентов. В зависимости от условий хранения, вида масла, метода его производства во время хранения окончательно формируются его структура и консистенция.

Основной компонент – молочный жир – находится в масле в кристаллическом, твердом, аморфном и жидком состояниях и в виде глобул.

Кристаллический жир имеет мелкие кристаллики, размером до 0,1 мкм, или сростки-кристаллиты неправильной формы, а также упорядоченные кристаллиты-сферолиты. Последние состоят из иглоподобных монокристаллов, исходящих из центра. Кристаллическая фаза жира различается по размерам структурных элементов, форме, по качественному групповому глицеридному составу, полиморфным формам, равномерности распределения в жидком жире и по физико-химическим свойствам. Преобладает в масле жидкий жир. Он выделяется из полуотвердевших жировых глобул при сбивании и обработке масла, при росте кристаллов, термическом сжатии и расширении жира и других компонентов. При обработке жидкий жир равномерно распределяется в объеме масла, образуя непрерывную дисперсионную среду, и обеспечивает связность структуры. Жидкий жир смачивает поверхность кристаллов жира и удерживается в связанном состоянии в монолите масла. Чем больше объем кристаллической фазы и выше ее дисперсность (мельче кристаллики), тем относительно больше адсорбирующая ее поверхность и тем лучше будет удерживаться жидкий жир, а также тем выше будет термоустойчивость масла.

Часть молочного жира в свежевыработанном масле представлена довольно большим числом изолированных жировых шариков, полностью или частично сохранивших свои липопротеиновые оболочки, а также фрагментами частично разрушенных ядер. Количество жировых глобул в масле изменяется в зависимости от метода производства и режимов подготовки и сбивания сливок. Меньше жировых глобул отмечено в масле, полученном при сбивании с высокими напряжениями сдвига и при использовании ступенчатых режимов подготовки сливок с попеременными охлаждением и нагреванием, т. е. тогда, когда созданы условия для разрушения жировых шариков при сбивании их оболочек – при подготовке сливок.

Кристаллики и кристаллиты жира взаимосвязаны между собой в определенных участках или во всем объеме, образуя как бы кристаллический каркас. Эти связи могут быть очень слабыми, и тогда структура представлена в виде мелких, почти независимых друг от друга кристалликов и кристаллитов, если же они значительные, кристаллический жир

пронизывает весь объем масла. Такие различия пространственной структуры дисперсных частиц в масле дают основание применить теорию физико-химической механики П. А. Ребиндера о коагуляционной и кристаллизационной структурах в дисперсных системах.

Коагуляционная, или обратимая, тиксотропная структура обусловлена относительно слабыми межмолекулярными силами притяжения (силами Ван-дер-Ваальса) между дисперсными частицами, разделенными в местах связи очень тонкими прослойками жидкой дисперсионной среды, и придает маслу слабую, нежную консистенцию и выраженные пластические свойства. Эта структура характеризуется низкой механической прочностью и обратимостью, то есть после механического разрушения способна к самопроизвольному восстановлению в состоянии покоя. Сила взаимодействия между дисперсными частицами составляет около 10^{-10} Н на контакт. Упрочнение структуры происходит вследствие постепенного увеличения числа контактов между частицами.

Кристаллизационная, или необратимая, конденсационная структура образуется благодаря более прочным химическим связям, возникающим при непосредственном соприкосновении частиц друг с другом или за счет общих кристаллических зародышей. Эти связи возникают обычно в состоянии покоя системы, в отсутствие перемешивания, чаще всего уже в готовом продукте. Такая структура лишена тиксотропной обратимости и пластично-вязких свойств. Масло становится избыточно твердым и хрупким.

Вследствие механического воздействия кристаллизационная структура может необратимо разрушиться и превратиться в коагуляционную.

Кристаллизационная структура образуется в молочном жире при кристаллизации глицеридов из расплава: при подготовке сливок к сбиванию, а больше всего – при охлаждении и хранении масла. Особенно ярко выражен этот процесс при прохождении в масле, полученном методом преобразования высокожирных сливок, интенсивных фазовых изменений глицеридов жира в покое.

Масло хорошей консистенции представляет собой смешанную коагуляционно-кристаллизационную структуру с преобладанием свойств коагуляционной. Такая структура характерна для масла, выработанного методом сбивания.

Плазма, представляющая собой коллоидный раствор белковой фазы молока и сливок и водный раствор лактозы, минеральных и органических солей, молочной кислоты и др., присутствует в масле преимущественно в свободном состоянии и в виде капелек различной степени дисперсности. Основная масса находится в виде фазы из изолированных капелек в дисперсионной среде – жидком жире. Некоторая часть капелек

влаги соединяется тончайшими протоками и канальцами, пронизывающими часть или всю массу монолита, и в этом случае плазма выступает как дисперсионная среда. Часть плазмы пребывает в связанном состоянии и прочно удерживается на поверхности жировых агрегатов. В нормальных условиях при хранении масла она не замерзает.

В масле содержится также газовая фаза, состав и качество которой зависят, главным образом, от метода получения масла, от степени механической обработки и режима хранения. Она присутствует в виде мельчайших пузырьков газа от 1 до 200 мкм (часть ее растворена в плазме). Пузырьки воздуха, адсорбирующие на своей поверхности жидкий жир, препятствуют его выделению из масла.

Газовая фаза придает маслу пористость и существенно влияет на его физико-химические свойства. В масле нормальной консистенции она служит как бы буфером при сжатии и расширении жира. При недостатке ее возникают высокие напряжения, приводящие к появлению в монолите масла трещин, избыточной твердости и хрупкости.

Степень дисперсности плазмы и воздуха существенно влияет на гомогенность структуры и механические свойства масла. В высокодисперсном состоянии плазма и газовая фаза настолько уплотнены силами поверхностного натяжения, что по степени влияния на консистенцию их можно приравнять к твердым частичкам, воздействующим на механические свойства.

Консистенция масла выражает комплекс его физико-механических свойств: твердость, вязкость, пластичность, упругость, связность, гомогенность, термоустойчивость и др. Твердость и механическая прочность обусловлены количеством отвердевшего жира, создающего как бы «скелет» масла.

Пластические свойства масла зависят от типа структуры, величины и формы кристаллов и кристаллитов глицеридов молочного жира, равномерности их распределения, от количества жидкого жира. Увеличение среднего размера кристаллов делает масло менее мягким, а уменьшение – более твердым, одновременно повышая его пластичность и придавая ему гомогенность. Это связано с тем, что мелкие кристаллы с более развитой поверхностью обладают большими адсорбционными свойствами и смачиваемостью жидким жиром. Поры и щели в мелкокристаллической структуре так малы, что жидкий жир образует очень тонкие прослойки между кристаллами, обусловливая их малую подвижность относительно друг друга при механическом воздействии, а следовательно, и пластичность консистенции. Поэтому при повышенных температурах масло с мелкокристаллической структурой выделяет жидкий жир в меньшей степени, чем продукт с крупнокристаллической структурой.

Форма кристаллов и их величина влияют на образование коагуляционной и кристаллизационной структуры, от соотношения которых зависят вязкость, пластичность, хрупкость и твердость масла. Соотношение легкоплавких и высокоплавких групп глицеридов в отвердевшем жире, преобладание легкоплавких метастабильных либо высокоплавких и более стабильных полиморфных модификаций кристаллического жира оказывают определяющее влияние на термоустойчивость и реологические характеристики масла.

При использовании маслоизготовителей непрерывного действия в процессе сбивания происходит значительное разрушение жировой дисперсии с выделением большого количества тепла, что при слабом его отводе приводит к расплавлению части ранее закристаллизованного жира и, следовательно, к увеличению объема жидкого жира. Последующая экструзионно-шнековая обработка приведет к еще большему расплавлению отвердевшего жира. В результате в выработанном масле будет сравнительно большой объем жидкого жира, отвердевание которого будет происходить после выработки масла в покое с образованием из расплава крупных фракционных кристаллов, то есть пойдет образование в значительном объеме необратимых кристаллизационных связей между структурными элементами.

Масло, выработанное в маслоизготовителях непрерывного действия, имеет больший объем кристаллизационной структуры, оно менее термоустойчиво, чем масло, выработанное в маслоизготовителях периодического действия.

Обработкой завершается окончательное формирование структуры и консистенции масла. При механическом воздействии и перемешивании разрушаются кристаллизационные конгломераты и окончательно завершаются фазовые изменения молочного жира, масло приобретает выраженные свойства коагуляционной структуры. Чем интенсивнее и длительнее обработка, тем в большей степени проходит необратимый процесс разрушения участков кристаллизационной структуры и тем больше опасность получения масла излишне мягкой, мажущейся консистенции.

С увеличением степени механической обработки и повышением температуры возрастает количество жидкой фракции, достигается более равномерное ее распределение, понижается твердость масла, повышается степень диспергирования плазмы и газовой фазы, увеличивается содержание воздуха, уменьшается количество протоков влаги, а вместе с тем повышаются связность, гомогенность, пластичность консистенции.

Дифференциально-термический анализ показывает наличие в твердой фазе жира двух основных групп смешанных кристаллов с макси-

мальной температурой плавления 17–21 °С (из легко- и среднеплавких глицеридов) и 29–33 °С (из высокоплавких глицеридов) при соотношении их 2:1.

На структуру и консистенцию масла влияет дисперсность водной фазы. В масле, полученном в деревянном маслоизготовителе периодического действия, вода присутствует в виде капель размером 15–60 мкм, в стальном цилиндрическом маслоизготовителе 10–25 мкм, в маслоизготовителе непрерывного действия в виде капель 3–15 мкм. Мелкие кристаллики из высокоплавких глицеридов вследствие своей гидрофобной природы стабилизируют эмульсию воды в жире. В процессе хранения капельки плазмы могут укрупняться и дисперсность плазмы может снизиться, особенно при положительных температурах хранения. Коалесценция капель влаги наблюдается при недостаточно интенсивном механическом воздействии при фасовании и низких температурах.

Состав и дисперсность газовой фазы зависят главным образом от степени механической обработки и режима хранения. В масле, полученном в маслоизготовителях периодического действия, объем ее составляет от 1,5 до 3%, а непрерывного действия от 5,7 до 10%. При повышении температуры сбивания объем газовой фазы увеличивается, а при фасовании масла снижается почти в 2 раза. В масле, выработанном в маслоизготовителе периодического действия, дисперсность пузырьков меньше, они имеют разные размеры, а в масле непрерывного сбивания – дисперсность выше и пузырьки одинакового размера.

При фасовании масла среднее содержание воздуха уменьшается с 3,84 до 1,95%. С понижением содержания воздуха плотность масла повышается. Но чрезмерное снижение содержания воздуха в масле может обусловить выделение капель жидкого жира. Это связано с тем, что жидкий жир адсорбируется на поверхности пузырьков газа. При снижении их числа жидкий жир освобождается и выделяется в виде капель. При этом снижается пластичность масла. Эти явления наблюдаются при выработке масла под вакуумом.

Масло с повышенным содержанием воздуха имеет более рыхлую и хрупкую консистенцию, бледный оттенок в связи с рассеиванием света пузырьками воздуха.

Газовая фаза в масле выполняет функцию амортизатора, буфера между отдельными структурными элементами.

При хранении масла происходит некоторое повышение механической прочности (твердости), не изменяющей в целом консистенции свежевыработанного масла. Особенно интенсивно этот процесс наблюдается в первые дни хранения, а затем замедляется и завершается примерно через 15 дней. В это время при отрицательных температурах хра-

нения из расплава жидкого жира легкоплавкие глицериды дополнительно выкристаллизовываются в виде очень мелких кристаллов. Кроме того, хоть и медленно, но продолжаются процессы перекристаллизации: расплавление более мелких кристаллов за счет роста более крупных. Все это приводит к увеличению контактов кристаллических частиц друг с другом, а следовательно, и к повышению твердости масла.

Более выраженно этот процесс протекает в масле, выработанном из сливок, недостаточно глубоко охлажденных перед сбиванием. Близкие величины твердости масла до и после хранения при минусовых температурах являются показателем высокой степени обратимости процессов структурообразования при дополнительной кристаллизации легкоплавких глицеридов, которые могут расплавляться при повышенных температурах (комнатных).

Глава 20. Производство масла методом преобразования сливок

Принципы и способы преобразования высокожирных сливок в масло разработаны отечественными учеными и нашли широкое применение в отечественном маслоделии. Производство масла этим методом может осуществляться двумя основными непрерывно-поточными способами: термомеханической обработкой сливок в маслообразователе и путем распыления сливок в вакуум-камере с последующей их механической обработкой. Оба способа предусматривают предварительное концентрирование жира в сливках сепарированием (до 82,5% по первому способу и от 76 до 78% – по второму). Из технологического процесса исключаются: длительные процессы физического созревания сливок и сбивания сливок в масляное зерно, вследствие которых процесс производства становится прерывным и затягивается на многие часы.

Весь цикл выработки масла длится с момента поступления молока 1–1,5 ч и его можно разделить на три основных физико-коллоидных процесса: получение высокожирных сливок; охлаждение сливок и отвердевание триглицеридов молочного жира в жировых шариках; разрушение оболочек жировых шариков и образование масла. Два последних процесса в мешалочных маслообразователях проходят практически одновременно, в вакуум-маслообразователях – раздельно.

Поточный способ производства масла путем преобразования высокожирных сливок в маслообразователе был предложен в 1934 г. В. А. Мелешиным. В сотрудничестве с Н. Я. Лукьяновым, М. М. Казанским этот способ позднее был усовершенствован, а в 1951–52 гг. под руководством Н. Я. Лукьянова была разработана первая поточная линия. Широкое внедрение поточных линий в промышленность началось с 1954 г. Этот метод требовал значительно меньших производственных площадей и позволял в 2–3 раза увеличить результативность работы цеха, повысить производительность труда и снизить себестоимость продукта.

Сначала в линии использовался только одноцилиндровый маслообразователь, но он не обеспечивал нужную термомеханическую обработку высокожирных сливок, масло получалось слоистое, крошливое. В маслообразователь был введен второй цилиндр, и с 1960 г. Московский машиностроительный завод молочного оборудования начал выпускать поточную линию производительностью 500–600 кг масла в час.

Впоследствии работы по усовершенствованию этой линии проводились во ВНИМИ, ВНИИМС, были введены трехцилиндровый маслообразователь, автоматическое регулирование и многие усовершенствования. А. А. Виноградов разработал новую конструкцию пластинчатого маслообразователя, позволяющего интенсифицировать процесс охлаж-

дения и термомеханической обработки высокожирных сливок и значительно повысить товарные свойства масла. С 60-х годов ведутся большие работы по совершенствованию технологии и аппаратного оформления поточной линии с пластинчатым маслообразователем в УкрНИИ Минмясомолпрома (Л. Н. Виноградов, Н. Л. Виноградов, Г. А. Ересько).

В настоящее время промышленность располагает несколькими усовершенствованными линиями по производству масла способом преобразования высокожирных сливок.

Технология сливочного масла поточным методом преобразования высокожирных сливок состоит из сепарирования молока, а затем сливок средней жирности для получения высокожирных сливок с массовой долей жира такой же, как в масле; высокожирные сливки нормализуются и насосом направляются в маслообразователь, где проходят термомеханическую обработку с целью преобразования их в масло.

Готовый продукт фасуется и направляется в холодильную камеру для охлаждения и направления в дальнейшем на реализацию или в холодильник.

Физико-химические основы преобразования высокожирных сливок в масло

Разработка метода производства масла путем преобразования высокожирных сливок потребовала углубленного изучения процессов структурообразования в дисперсной системе, обращения фаз, а также фазовых превращений глицеридов молочного жира при термомеханической обработке высокожирных сливок; выяснения их сущности и роли в маслообразовании, в формировании структуры и консистенции готового продукта. Исследования отечественных ученых (М. М. Казанского, Г. В. Твердохлеб, А. Д. Грищенко, В. М. Вергелесова, Ф. А. Вышемирского, С. С. Гуляева-Зайцева, Г. А. Ересько) позволили внести определенную ясность в трактовку физико-химических процессов, происходящих при выработке масла методом преобразования высокожирных сливок.

Процессы фазовых превращений глицеридов молочного жира, обращение фаз, образование структуры и консистенции сливочного масла протекают как в маслообразователе, так и по выходе масла из него – в монолите, в условиях покоя.

Для образования масла необходимо провести концентрацию и сближение жировых шариков, кристаллизацию в них глицеридов под воздействием низких температур и перемешивания, обращение фаз и образование структуры. При получении высокожирных сливок достигаются максимальная концентрация и сближение жировых шариков. Между ними образуется очень тонкая адсорбционно-гидратная прослойка. Несмотря на максимальное сближение поверхностей жировых шариков,

самопроизвольного разрушения их липопротеиновых оболочек не происходит, пока они пребывают при температуре выше точек отвердевания молочного жира и пока сохраняются прочные структурные связи между глицеридным ядром и оболочкой. Высокожирные сливки сохраняют свойства высококонцентрированных эмульсий прямого типа, обладая коагуляционной структурой.

Процессы обращения фаз и образование первичной структуры масла проходят в маслообразователях при охлаждении и перемешивании сливок в тонком слое. Скорость этих процессов возрастает с повышением скорости охлаждения и интенсивности перемешивания высокожирных сливок.

В маслообразователе охлаждение сливок и обращение фаз некоторое время проходит одновременно. Процесс обращения фаз осуществляется при условии преодоления энергетического барьера (силы отталкивания жировых шариков друг от друга, которая уменьшается при их сближении), и преодоления структурно-механического барьера (разрушения оболочек жировых шариков). Поэтому процесс обращения фаз находится в прямой зависимости от толщины адсорбционной прослойки между жировыми шариками, от величины силы, прижимающей шарики при перемешивании сливок, и от устойчивости оболочек, которая резко уменьшается при кристаллизации глицеридов в жировых шариках.

Охлаждение и механическая обработка высокожирных сливок в маслообразователях проходят одновременно, поэтому процесс кристаллизации глицеридов ускоряется.

При соприкосновении тонкого слоя сливок с холодной стенкой маслообразователя (от –3 до –7 °С) они быстро охлаждаются и образуют на ней затвердевший слой. В фосфолипидный слой оболочки проникают самые длинные углеводородные цепи наиболее тугоплавких глицеридов. При отвердевании эмульсии они выкристаллизовываются в первую очередь. Затвердевшие глицериды не остаются в составе оболочки жирового шарика, а вытесняются из оболочек вследствие миграции молекул жидких триглицеридов с более короткой углеводородной цепью. Эти молекулы смачивают образовавшийся жировой кристалл пленкой жидкого жира. При охлаждении проходит образование центров кристаллизации наиболее тугоплавких глицеридов жирового ядра шарика и кристаллизация в виде пластинчатых кристаллов.

Более легкоплавкие глицериды вытесняются в центр жирового ядра. В результате такой последовательной замены одних жидких триглицеридов, ранее связанных с оболочкой, другими понижается сродство оболочки жирового шарика к глицеридному ядру. Часть поверхностных веществ оболочки теряется, она становиться тоньше, снижается ее проч-

ность. Уменьшается способность жировых шариков к деформации, ограничивается свободное движение жидкого жира внутри шарика. Возникающая сила трения между шариками способствует также разрушению оболочек жировых шариков. Образуется непрерывная фаза жидкого жира, которая вызывает слипание, агрегирование жировых шариков. Разрушению оболочек жировых шариков способствует также быстрое охлаждение и более низкая температуропроводность глицеридного ядра по сравнению с его липопротеиновой оболочкой. Поэтому вещество оболочки сжимается быстрее, чем глицеридное ядро, отчего на оболочке могут образовываться трещины. Возникающие силы трения между плотно упакованными шариками, напряжение внутри их вследствие кристаллизации глицеридов приводит к выжиманию через трещины и гидрофобизированные участки оболочек жидкого жира с повышенным содержанием легкоплавких глицеридов. Жидкий жир способствует образованию агрегатов жировых шариков с частично отвердевшим жиром. Снятые ножами затвердевшие слои дестабилизированных высокожирных сливок, в которых в значительной степени прошли обращение фаз и агрегация, перемешиваются с теплыми и нагреваются. При этом большая часть легкоплавких отвердевших триглицеридов жира расплавляется. Жир, выделенный из дестабилизированных жировых шариков и при частичном расплавлении отвердевшего жира, вновь образует эмульсию.

В процессе термомеханической обработки высокожирных сливок образуется два типа эмульсий: прямая – молочный жир в плазме сливок, и обратная – плазма сливок в молочном жире. Вначале преобладает первый тип эмульсии, по мере механической обработки и прохождения обращения фаз они уравновешиваются, в конце маслообразования вторая практически остается единственной.

Так, многократное перемешивание резко охлажденных пристенных слоев с теплыми приводит к снижению температуры всей их массы в рабочем объеме нижнего цилиндра маслообразователя до 18–22 °С, что способствует массовому образованию центров кристаллизации преимущественно из высокоплавких глицеридов.

Для получения масла хорошей консистенции решающую роль играет не общее механическое воздействие на высокожирные сливки в маслообразователе, а продолжительность их перемешивания в зоне кристаллизации. Период до достижения температуры ниже точек массовой кристаллизации в объеме сливок можно условно назвать зоной охлаждения, а период после – зоной кристаллизации. Но надо учитывать, что это весьма условное деление, так как процессы кристаллизации в пристенном слое протекают с первых мгновений поступления сливок в маслообразователь. Именно в зоне кристаллизации регулируются струк-

тура и консистенция масла. Чем раньше начинается зона кристаллизации, чем ниже температура и длительнее перемешивание в зоне кристаллизации жира, тем выше его дисперсность, тем лучше условия для образования в регулируемых условиях структуры коагуляционного типа и пластичной консистенции масла.

С повышением температуры и продолжительности обработки сливок в зоне кристаллизации уменьшаются образование центров кристаллизации глицеридов жира и степень их отвердевания. Основное отвердевание жира и формирование структуры масла пройдет после его выхода из аппарата в условиях покоя и медленного охлаждения монолита масла с образованием крупных, срастающихся друг с другом многослойных кристаллов. Такая кристаллизационная структура характеризуется излишней твердостью при пониженных температурах (5–7 °С) и нетермоустойчивостью при повышении температуры (выше 17 °С). Консистенцию масла также можно регулировать интенсивностью механической обработки.

Поскольку отвердевание происходит в условиях перемешивания, то в отвердевшие группы включаются не только высокоплавкие, но и среднеплавкие и частично легкоплавкие глицериды. Пристенные слои сливок с большим числом центров кристаллизации, перемешиваясь с остальной массой, играют роль затравки и тем самым ускоряют процессы отвердевания. Наступает критический момент лавинной дестабилизации оболочек жировых шариков, и происходит обращение фаз. Смена фаз наиболее интенсивно проходит при температуре от 18 до 22 °С.

Чем быстрее сливки достигают термической зоны отвердевания и чем дольше они обрабатываются в этой зоне, тем больше возникает центров кристаллизации, тем больше отвердевает глицеридов жира, тем мельче кристаллические образования, тем гомогеннее будет структура и пластичнее консистенция.

При обращении фаз жидкий жир образует непрерывную среду. Адсорбционно-гидратные прослойки под действием поверхностных сил натяжения образуют мелкие капельки плазмы, которые распределяются в жидком жире наряду с кристаллами и кристаллитами жира. В капельки плазмы могут включаться отдельные жировые шарики с неразрушенными оболочками.

Таким образом, процессы дестабилизации жировой дисперсии и эмульгирования жидкого жира, кристаллизация глицеридов в жировых шариках и из расплава свободного жира в объеме перемешиваемой массы проходят одновременно. Сначала при повышенных температурах в сливках кристаллизация проходит преимущественно в пристенном слое, и в основном в жировых шариках, а при снижении температуры сливок

до точек отвердевания жира (18–20 и 12–14 °С) кристаллизация в объеме нарастает и после обращения фаз преимущественно идет из расплава жира.

Повышение температуры сливок в нижнем цилиндре маслообразователя приводит к превалированию в отвердевшем жире высокоплавких и среднеплавких глицеридов в более стабильных кристаллических формах β′-2, β и частично α-2. Хотя отвердевание глицеридов в пристенном слое происходит с преобладанием легкоплавких групп и метастабильных α-3 форм, перемешивание со слоями сливок более высокой температуры вызывает то, что наиболее легкоплавкие из них расплавляются, а другие сокристаллизуются с более высокоплавкими, а формы α-3 при перемешивании быстро превращаются в более стабильные α-2 и β′-2.

Термомеханическая обработка кристаллизующейся массы во втором и третьем цилиндрах маслообразователя при температуре 12–16 °С способствует дальнейшему отвердеванию глицеридов в виде мелких смешанных кристаллов, стабилизации полиморфных форм, образованию агломератов кристаллизационной структуры, равномерному распределению их и жидкого жира, образованию первичной структуры в масле.

Во втором цилиндре термомеханическая обработка продукта осуществляется при температуре 10–13 °С; здесь наиболее интенсивно происходят процессы отвердевания жира с выделением значительного количества теплоты. Поэтому необходимо более интенсивно охлаждать второй цилиндр, а также тщательно контролировать температуру и количество подаваемого рассола.

В третьем цилиндре, где отвердевание, полиморфные и другие фазовые изменения глицеридов молочного жира проходят особенно активно, вязкость сливок резко повышается. На перемешивание таких сливок затрачивается большая механическая энергия. При этом выделяется значительное количество тепла, а если не обеспечить его своевременного отвода, то температура продукта повысится на 3–4 °С. В то же время высокая вязкость препятствует интенсивному прохождению фазовых изменений глицеридов жира и структурообразованию масла. Чтобы уменьшить вязкость системы, в третий цилиндр подают утепленный рассол со второго цилиндра или ледяную воду.

Параметры термомеханической обработки кристаллизующейся массы определяют полноту обращения фаз, фазовое состояние и характер образования первичной структуры масла по выходе из маслообразователя. Характер первичного структурообразования регулируется температурными режимами, интенсивностью и продолжительностью термомеханической обработки высокожирных сливок в маслообразователе с учетом химического состава жира.

От максимально возможной завершенности фазовых изменений глицеридов молочного жира, характера образования первичной структуры зависит формирование вторичной структуры в покое. Повышение температуры, усиленное механическое перемешивание могут вызвать значительное расплавление легкоплавких полиморфных форм и групп отвердевших кристаллов глицеридов, не успевших завершить перекристаллизацию и дифференциацию с образованием более стабильных и высокоплавких форм.

В этих условиях процессы фазовых изменений, структурообразования в значительной мере пройдут после маслообразователя в монолите при медленном охлаждении его в состоянии покоя с образованием вторичной структуры кристаллизационного типа. В таком продукте после холодильного хранения будет преобладать кристаллизационная структура с дефектами консистенции.

Масло на выходе из аппарата имеет жидкую консистенцию преимущественно коагуляционной структуры, так как отвердевшего жира в нем содержится всего около 9–12% в виде зародышевых кристаллов и мелких кристаллитов. В ящике оно быстро затвердевает благодаря бурным экзотермическим процессам группового отвердевания глицеридов на базе имеющихся зародышевых кристаллов и вновь образующихся, вследствие чего температура в монолите повышается на 0,5–4 °С, происходят процессы вторичного структурообразования с преобладанием контактов кристаллизационного типа и тиксотропного уплотнения.

В условиях покоя вторичная структура проходит две стадии образования: стадию вторичного кристаллизационного структурообразования в течение 1,5–3 ч и стадию окончательного формирования структуры масла. На первой стадии протекают процессы кристаллизации на базе многочисленных зародышевых кристаллов молочного жира, возникает большое число новых контактов дисперсных частиц и происходит тиксотропное уплотнение структуры. Эта стадия ограничивается периодом термостатирования масла, стадия окончательного формирования вторичной структуры протекает в процессе охлаждения и хранения в холодильных камерах при отрицательных температурах от –12 до –24 °С.

Изменять технологические режимы и конструкции маслоизготовителей необходимо так, чтобы добиться быстрого и равномерного охлаждения высокожирных сливок во всей массе до 6–10 °С с целью достижения сильного переохлаждения системы и образования многочисленных мелких смешанных кристаллов.

Выбором температуры, методов и продолжительности охлаждения и термомеханической обработки сливок и режимами последующего термостатирования масла при 5–14 °С можно направленно регулировать фа-

зовые изменения глицеридов, образование коагуляционно-кристаллизационной структуры масла из сырья с различным химическим составом.

Получение и нормализация высокожирных сливок

Высокожирные сливки можно получать однократным сепарированием непосредственно из молока, но обычно пользуются повторным сепарированием сливок средней жирности (32–37%). Их предварительно пастеризуют при температуре 85–87 °С, при выработке вологодского масла – от 93 до 95 °С, и сразу же направляют на повторное сепарирование. Высокие температуры (70–90 °С), снижая вязкость сливок, облегчают получение и вытекание из сепаратора высокожирных сливок. Для непрерывности процесса в линию включены три сепаратора для получения высокожирных сливок и три ванны для их сбора и нормализации.

Процесс получения высокожирных сливок можно разделить на две стадии, которые различаются по механизму концентрации жировых шариков и по затратам механической энергии. На первой стадии под воздействием центробежной силы жировые шарики, преодолевая сопротивление плазмы, концентрируются до содержания жира 62–64% и максимально приближаются друг к другу.

При высоких температурах сепарирования жир в жировых шариках полностью жидкий, поэтому оболочки глобул находятся в состоянии предельной гидратированности и, несмотря на максимальное сближение их поверхностей, самопроизвольного разрушения оболочек во время сепарирования не происходит. Однако концентрация жира в сливках до 62–65% является предельной, выше которой происходит максимальное уплотнение упаковки жировых шариков. Между крупными и средними по размерам жировыми шариками распределяются более мелкие. Прослойки плазмы между жировыми шариками становятся тоньше. Вместе с плазмой происходит удаление наиболее гидратированных липопротеиновых комплексов, в первую очередь фосфатидов. На первой стадии затрачивается энергии меньше и концентрирование жира протекает быстрее.

На второй стадии происходит уплотнение и вытеснение плазмы из просветов между шариками. Механизм концентрирования жировой фазы изменяется: из капиллярных пор между жировыми шариками под действием центробежной силы вытесняется плазма. При уплотнении шарики трутся друг о друга, деформируются, в какой-то мере теряют шаровидную форму (сжимаются, сплющиваются под давлением соседних шариков) и их оболочка в связи с этим растягивается. Жировые шарики теряют еще больше оболочечного вещества, оболочки становятся тоньше, уменьшается их стабильность и прочность, проходит процесс

гидрофобизации жировых шариков. Критическая толщина оболочки жирового шарика, при которой сохраняется стабильность жировой эмульсии, составляет 40 мкм.

Оболочечное вещество, перешедшее в плазму, уходит в пахту или оседает на стенках вместе с сепараторной слизью. На второй стадии расходуется значительно больше энергии, чем на первой. По мере увеличения содержания жира в высокожирных сливках повышаются затраты энергии на концентрирование жира в связи с возрастанием сопротивления плазмы движению по узким капиллярам и увеличением поверхности раздела плазма-жир вследствие дополнительной деформации жировых шариков. Процесс фильтрации плазмы через узкие капилляры проходит медленно, по мере концентрации жира он замедляется и производительность сепаратора снижается. С повышением концентрации жира в сливках скорость концентрирования жира на второй стадии уменьшается. Это, в свою очередь, приводит к снижению производительности сепаратора.

Максимальная концентрация жира в сливках, которой можно достигнуть без дестабилизации жировых шариков, составляет 83,5%. Дальнейшее повышение жирности сливок может привести к потере жировыми шариками оболочек и вытапливанию жира, вследствие этого из рожка сепаратора будет вытекать желтый молочный жир, сепаратор быстро забьется сепараторной слизью, резко снизится его производительность и повысится отход жира в обезжиренное молоко.

В результате удаления дисперсионной среды и плотной упаковки жировых шариков при сепарировании между ними образуются очень тонкие адсорбционно-гидративные пленки, от свойств которых зависит устойчивость жировой эмульсии. Устойчивость высокожирной эмульсии можно объяснить расплавленным состоянием жировых шариков и предельной гидратированностью их поверхности. Важно обеспечить как можно более полное сохранение оболочек жировыми шариками в сливках, поскольку в дальнейшем при охлаждении эмульсии в маслообразователе оболочки ограничивают размеры образующихся кристаллов жира, способствуя образованию пластичной и гомогенной консистенции в готовом продукте.

Для обеспечения устойчивости процесса необходимо на сепарирование направлять сливки одинаковой жирности, свежие, чистые, с кислотностью плазмы не выше 24 °Т, поддерживать одинаковую температуру сепарирования, постоянную частоту вращения барабана сепаратора.

Производительность сепаратора регулируют так, чтобы жирность пахты была не больше 0,4%. С уменьшением содержания жира в высокожирных сливках облегчается процесс сепарирования, снижается от-

ход жира в пахту, повышается производительность сепараторов. Производительность сепаратора регулируют изменением притока сливок в барабан. С ростом притока сливок в барабан сепаратора эффективность сепарирования снижается, увеличивается жирность пахты и уменьшается жирность сливок. С увеличением жирности сепарируемых сливок повышается производительность сепаратора, растет жирность пахты при одновременном уменьшении ее количества, поэтому суммарный отход жира в пахту не увеличивается. Кроме того, снижается содержание СОМО и увеличивается степень дестабилизации жировой эмульсии.

С повышением жирности исходных сливок с 30 до 41% массовая доля СОМО уменьшается с 1,92 до 1,66%, а степень дестабилизации увеличивается на 6,5%. Содержание СОМО в высокожирных сливках увеличилось с 1,87 до 2,4% при сепарировании сливок, выдержанных сутки при 0–2 °С.

Чтобы обеспечить высокое качество сепарирования, необходимо проводить его при температурах не ниже 70 °С, не применять двойной пастеризации, вызывающей дестабилизацию жировых шариков; поддерживать постоянный приток сливок, используя для этого поплавковую камеру, так как уменьшение подачи сливок может привести к дестабилизации жировой эмульсии; своевременно удалять сепараторную слизь.

При снижении температуры сепарируемых сливок в связи с увеличением их вязкости независимо от жирности сливок в них снижается количество СОМО, повышается содержание газовой фазы, возрастает жирность пахты. С повышением температуры сепарирования с 80 до 90 °С, наоборот, массовая доля СОМО в высокожирных сливках увеличивается на 0,1–0,15% и повышается степень дестабилизации жировой эмульсии на 12–17% в связи со снижением стабильности оболочек жировых шариков. С повышением температуры сепарируемых сливок увеличивается денатурация сывороточных белков: при 85 °С денатурирует 22–30%, а при 90 °С полностью коагулированные сывороточные белки переходят на поверхности оболочек жировых шариков, поэтому при получении высокожирных сливок повышается содержание в них СОМО.

С повышением кислотности сливок увеличиваются их вязкость и степень перехода оболочечного вещества с жировых шариков в плазму, что, в свою очередь, вызывает снижение эффективности сепарирования и заметное увеличение содержания жира в пахте. Повышается степень дестабилизации жировой фазы, сепаратор быстро забивается слизью и значительно сокращается продолжительность его работы. С увеличением кислотности плазмы исходных сливок с 18,4 до 23,8 °Т степень дестабилизации эмульсии жира увеличивается на 37,8%.

Высокожирные сливки после сепаратора поступают в двухстенную ванну с мешалкой, где при необходимости их нормализуют по содержанию влаги пахтой или пастеризованными сливками; последние улучшают вкус масла. Если содержание влаги в высокожирных сливках завышено, их нормализуют жиром или высокожирными сливками с более низким содержанием плазмы.

Часть влаги в высокожирных сливках находится в связанном состоянии с белком оболочек жировых шариков и аналитически не определяется. Но после преобразования высокожирных сливок в масло оболочки жировых шариков разрушаются и связанная вода высвобождается. Фактическое содержание связанной воды эмпирически уточняют путем сравнения анализов содержания влаги в высокожирных сливках и в масле. Но чтобы не получить масло с завышенным против стандарта содержанием влаги, принимают количество связанной воды 0,5–0,6%, а нормализацию высокожирных сливок проводят на 0,2–0,3% ниже стандарта. Если нормализацию проводят пахтой, то для повышения влажности 100 кг сливок на 1% добавляют 1,33 кг пахты.

После нормализации сливки тщательно перемешивают. При нормализации не следует выдерживать сливки в ваннах, чтобы не допустить испарения влаги, которое ослабляет аромат масла и может привести к различному содержанию влаги в отдельных ящиках; кроме того, в процессе выдержки может произойти вытапливание жира, что в дальнейшем может привести к образованию в готовом продукте мучнистой консистенции. Поэтому ванны заполняют высокожирными сливками поочередно и в том же порядке их освобождают. После нормализации ванны закрывают крышками во избежание испарения и загрязнения, и сразу же сливки направляют в маслообразователь, периодически (через каждые 10–15 мин) перемешивая их, чтобы избежать отстоя.

Производство масла в маслообразователях мешалочного типа

Процесс осуществляется в маслообразователях непрерывного действия путем одновременного охлаждения и механической обработки сливок. В промышленности используют маслообразователи трехцилиндровые ТОМ-2М и пластинчатые РЗ-ОУА-1000 производительностью соответственно 600–700 и 1000 кг/ч.

Производство масла в цилиндрическом маслообразователе (рис. 20.1). Нормализованные сливки насосом подаются в маслообразователь. Использование для этой цели центробежных насосов не рекомендуется, так как они способствуют подсбиванию сливок в комочки жира, что нарушает нормальный ход маслообразования. Д. М. Шнайдер рекомендует сливки подавать шестеренчатым насосом с установкой на нагне-

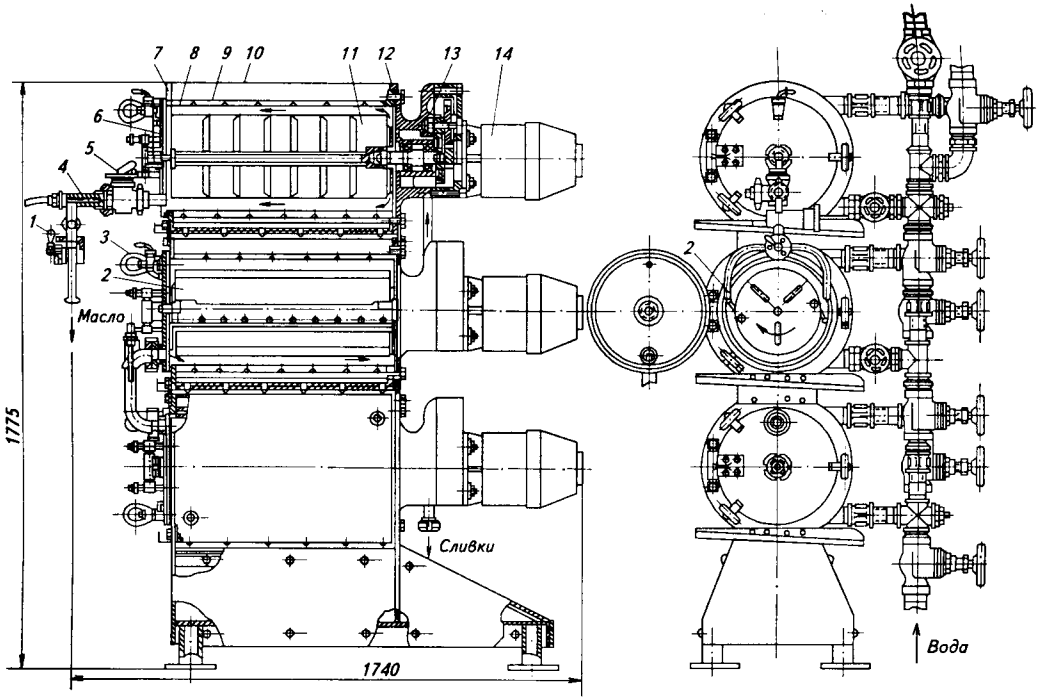


Рис. 20.1. Маслообразователь трехцилиндровый ТОМ-2М:

1 – кран для выпуска масла; 2 – нож; 3 – кран воздушный; 4 – место для термометра сопротивления; 5 – кран для возврата масла в ванну; 6 – крышка; 7 – передний фланец; 8 – рабочий цилиндр; 9 – наружная обечайка; 10 – защитный кожух; 11 – вытеснительный барабан; 12 – задний фланец; 13 – редуктор; 14 – электродвигатель

тательной линии обратной трубы, соединенной с днищем ванны. Сливки, прежде чем попасть в маслообразователь, несколько раз возвращаются в ванну. При этом насос играет роль гомогенизатора, дробящего крупные жировые шарики на мелкие, выравнивая степень их дисперсности. При этом процессы отвердевания жира ускоряются, протекают равномерно и одинаково во всех шариках. На нагнетательной линии устанавливается предохранительный клапан, препятствующий поступлению высокожирных сливок в маслообразователь с давлением выше 0,15 МПа.

Цилиндрический маслообразователь состоит из трех последовательно сообщающихся цилиндров с рубашками, в которые подводится холодильный агент (рассол или ледяная вода). В каждом цилиндре со скоростью 0,25 $с^{-1}$ вращается вытеснительный барабан, обеспечивая перемешивание и продвижение сливок по спирали вдоль барабана. На барабане закреплены два откидывающихся при вращении плоских ножа, снимающие с внутренней охлаждающей поверхности цилиндра отвердевающий слой сливок, который затем смешивается с неохлажденными сливками, в результате чего температура понижается.

Под напором, создаваемым насосом, сливки в маслообразователе продвигаются тонким слоем, поступая сначала в нижний, а затем в средний и верхний цилиндры. В первом нижнем цилиндре сливки охлаждаются до 20–22 °С, то есть начальной температуры отвердевания глицеридов жира, что несколько ниже первой точки отвердевания жира. В среднем и верхнем цилиндрах происходит дальнейшее охлаждение и перемешивание сливок, что создает условия для дестабилизации их жировой дисперсии, обращения фаз с образованием масла. Оно в виде жидкой струи вытекает в ящик, где быстро затвердевает. Его упаковывают и направляют в холодильную камеру.

Параметры производства масла в цилиндрическом маслообразователе подбирают в зависимости от времени года с учетом химического состава жира. Для получения масла с хорошими показателями консистенции в весенне-летнее время продолжительность обработки продукта в зоне кристаллизации должна составлять 140–160 с и температура масла на выходе 16–17 °С при производительности 600–700 кг/ ч, температуре рассола от – 2 до –5 °С; в осенне-зимнее время параметры будут соответствовать значениям: 180–200 с, 13–15 °С, 550–500 кг/ч, от –2 до –3 °С. Более длительное перемешивание ведет к образованию излишне мягкой, нетермоустойчивой консистенции. В этом случае следует увеличить подачу высокожирных сливок в аппарат или уменьшить подачу рассола в рубашку маслообразователя. При этом температура масла на выходе возрастает на 1–2 °С и оно приобретает более твердую консистенцию. Разность в температуре рассола входящего и выходящего должна быть не выше 1–3 °С.

При заниженной температуре рассола на поверхности двух нижних цилиндров образуется замерзший слой, мешающий теплопередаче и процессам маслообразования. На выходе из маслоизготовителя контролируют консистенцию масла. Масло должно слегка растекаться при заполнении ящика, иметь блестящую глянцевитую поверхность, за счет выделения скрытой теплоты кристаллизации температура его должна повышаться не более чем на 2 °С.

Большее повышение температуры указывает на недостаточность прохождения процессов фазовых изменений глицеридов молочного жира в маслообразователе. Взятая на лопатку проба масла должна застывать не менее чем за 40 с. Если масло не застывает более продолжительное время (60–100 с) и температура в ящике почти не повышается, это указывает на то, что масло находилось в маслообразователе излишне долго и в результате оно будет иметь слишком мягкую, нетермоустойчивую консистенцию.

Для того, чтобы успешно управлять процессами маслообразования, необходимо установить оптимальные режимы охлаждения и механической обработки высокожирных сливок для каждого завода в зависимости от сезонных колебаний химического состава жира и создать условия для их стабилизации.

Если масло получается излишне мягкой консистенции, следует увеличить производительность и повысить температуру на выходе из аппарата. И, наоборот, при получении масла излишне твердой консистенции – уменьшить производительность маслообразователя и снизить температуру на выходе масла.

Модифицированный цилиндрический маслообразователь имеет барабан диаметром 305 мм и составные (из трех частей) ножи из полиамида. Кристаллизующуюся массу обрабатывают в специальном цилиндре с рамной мешалкой, соединенном трубопроводом с маслообразователем. Частота вращения мешалки – от 0,25 до 0,625 $с^{-1}$, производительность – 1000 кг/ч.

Другой маслообразователь конструкции ВНИИМС состоит из трех обособленных рабочих аппаратов: цилиндрического тонкослойного (зазор 5 мм) охладителя, кристаллизатора и маслообработника. В охладителе кожухотрубного типа высокожирные сливки охлаждаются путем непосредственного кипения аммиака. Кристаллизатор имеет вид трубы (диаметр 230 мм), на выходе из нее установлен диск с конусными отверстиями. К кристаллизатору соосно крепится маслообработник с мешалкой. Вытеснительный барабан со скребковыми ножами снабжен роторным устройством. Такой барабан (барабан-дисмембратор) устанавливают в каждом цилиндре маслообразователя.

Роторное устройство представляет собой два диска с радиально расположенными на них турбулизирующими лопатками. Один диск подвижный, установлен на валу вытеснительного барабана, другой закреплен на внутренней стороне крышки теплообменного цилиндра. В рабочем состоянии турбулизирующие лопатки одного диска входят между рядами лопаток другого диска. Скребковые ножи барабана-дисмембратора снабжены текстурационными гребенками, что усиливает эффективность перемешивания продукта.

Поступающие высокожирные сливки подхватываются трехлопастной мешалкой, перемешиваются и отбрасываются к периферии. Продвигаясь в кольцевом зазоре, они охлаждаются, снимаются с охлаждающей поверхности скребковыми ножами и проходят через отверстия и пазы гребенок, где интенсивно перемешиваются. Затем попадают в полость, образованную двумя дисками, где подвергаются воздействию турбулизирующими лопатками, и выходят через патрубок.

Для выработки масла с повышенным содержанием влаги (крестьянского, бутербродного) необходимо снижать производительность маслообразователя на 30–40%. Для интенсификации механической обработки кристаллизующейся массы устанавливают на ножах барабана специальные гребенки, а в маслопроводе после первого и второго цилиндров – рассекательные сетки. С этой целью ВНИИМС предложил предварительно сливки охлаждать в нормализационной ванне и подавать их параллельными потоками в средний и верхний цилиндры маслообразователя, а затем масло через трехходовой кран вытекает общим потоком в ящик. Маслообразователь при этом используется как обработник.

Производительность – 600 кг/ч. Увеличение частоты вращения барабана маслообразователя до 0,5 $с^{-1}$ позволяет улучшить консистенцию бутербродного масла.

Для производства масла с пониженным содержанием жира разработан четырехцилиндровый маслообразователь Я5-ОМА производительностью 1000 кг/ч.

Особенности производства масла в пластинчатых маслообразователях. Пластинчатый маслообразователь конструкции А. А. Виноградова позволяет интенсифицировать термомеханическую обработку и фазовые изменения дисперсной системы сливок, что способствует улучшению консистенции масла. Высокожирные сливки поступают в зазор между пластинами, которые охлаждаются рассолом. На пластинах закреплены вращающиеся ножи, которые снимают с пластин отвердевший слой сливок и интенсивно их перемешивают. Для интенсификации процесса обращения фаз пластинчатый маслообразователь имеет специальную камеру для кристаллизации молочного жира. Внутри нее вместо

цилиндрической установлена лопастная мешалка, что позволило значительно уменьшить габариты камеры.

Украинскими специалистами разработана установка РЗ-ОУА, в которой процесс обработки высокожирных сливок разделен на две стадии (рис. 20.2). Сначала высокожирные сливки насосом-дозатором подаются в пластинчатый тонкослойный теплообменник скребкового типа. Здесь при непрерывном перемешивании сливки быстро (несколько десятков градусов в мин) охлаждаются до 15–20 °С. Затем продукт поступает в маслообработник. В зависимости от химического состава жира обработка длится от 40 до 120 с. Готовый продукт, выходящий из аппарата с температурой 16–19 °С, фасуют в ящики.

Регулирование режимов термомеханической обработки продукта в маслообразователе ведут по удельной затрате мощности: в весенне-летнее время она должна составлять 30–40 Вт/кг, в осенне-зимнее – от 60 до 70 Вт/кг. Обращение фаз протекает интенсивно при 13–15 °С, так как эта температура совмещает первую и вторую точки отвердевания молочного жира. Для получения масла хорошей консистенции на механическую обработку продукта следует затратить 2000–3000 Вт/кг при удельной затрате мощности 20–60 Вт/кг. С повышением удельной затраты мощности на механическую обработку уменьшается продолжительность механической обработки на стадии структурообразования. Температура масла на выходе из аппарата в зависимости от времени года изменяется от 16,5 до 18 °С.

В весенне-летнее время года для улучшения консистенции масла уменьшают удельные затраты энергии, не снижая производительности аппарата, а в осенне-зимнее – увеличивают температуру масла на выходе из аппарата. Изменение удельных затрат проводят путем регулирования частоты вращения вала охладителя. В качестве хладагента используют рассол с температурой не ниже – 10 °С. Допустимое рабочее давление продукта в маслообразователе составляет 0,4 МПа, температура сливок на входе в аппарат – 70 °С.

Также созданы новые модели пластинчатых маслообразователей производительностью 1000 и 2000 кг/ч, в которых достигается высокая интенсивность теплообмена. С их использованием можно вырабатывать различные виды масла. Низкожирные виды масла (40–60% жира) можно вырабатывать на установке, куда входят охладитель сливок, дестабилизатор жировой эмульсии и маслообразователь. Температура охлаждения сливок для масла с массовой долей жира 62% –16 °С, 50% –12 °С. Температура обращения фаз для масла 50% жирности от 12 до 15 °С, 60% – от 16 до 22 °С. При этом затраты энергии составляют 6–7 кВт·ч на 1 т.

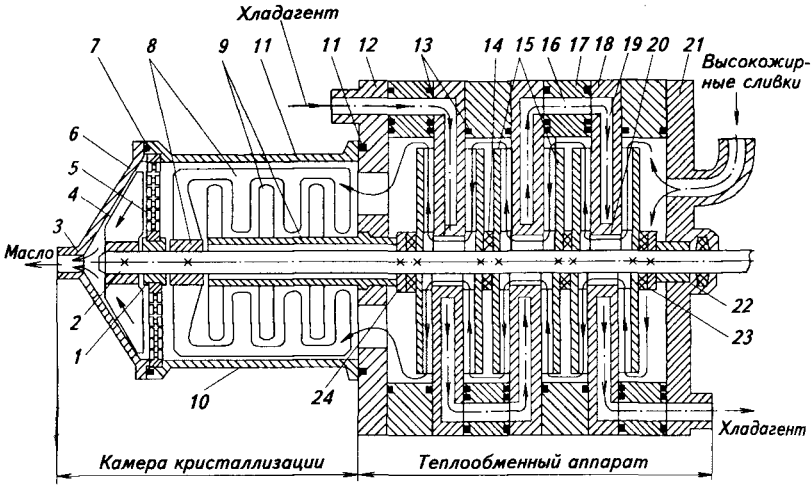


Рис. 20.2. Пластинчатый маслообразователь Р3-ОУА-1000:
1, 22 – подшипники; 2 – приводной вал; 3 – выходной патрубок; 4 – крыльчатка; 5 – дисковые решетки; 6 – конусная насадка; 7, 11 – резиновые прокладки; 8 – мешалка; 9 – отражатель; 10 – цилиндр; 12 – нажимная плита; 13 – резиновое кольцо; 14 – резиновая шайба; 15 – диски-турбуляторы; 16, 19 – патрубки для хладагента; 17 – продуктовая пластина; 18 – охлаждающая пластина; 20 – центральное отверстие; 21 – опорная плита; 23, 24 – опорные шайбы

Установка Я5-ОМЛ имеет насос-дозатор для подачи продукта, охладитель сливок, дестабилизатор жировой эмульсии, маслообразователь и систему автоматического регулирования режима работы. Нормализованные сливки 75–50% жирности насосом-дозатором подаются в пластинчатый теплообменник для охлаждения ледяной водой до температуры 12–20 °С в зависимости от вида масла. Далее охлажденные сливки поступают в дестабилизатор для обращения фаз, затем в маслообразователь для интенсивной механической обработки. В зоне обработки продукт находится 250 с, когда формируются структурно-механические свойства масла.

Таким образом, установка Я5-ОМЛ является в значительной степени прототипом трехцилиндрового маслообразователя. Весь процесс также разделен на три ступени, выполняемые в трех цилиндрах или в трех агрегатах. Однако конструкция этих трех агрегатов изменена так, чтобы интенсифицировать процесс охлаждения, дестабилизации дисперсии высокожирных сливок и структурообразования масла.

Суть физико-химических процессов преобразования высокожирных сливок в масло остается такой же, как в трехцилиндровым маслообразователем. Процессы охлаждения и дестабилизации дисперсии высо-

кожирных сливок в установке Я5-ОМЛ проходят одновременно и технологическая цепочка (охлаждение → дестабилизация → маслообразование) условна. Но прохождение этих процессов аппаратурно лучше обеспечено в Я5-ОМЛ, и проходят они более интенсивно, приближаясь к классическому методу получения масла сбиванием. Весь процесс более регулируем, а следовательно, и в большей мере обеспечивается получение улучшенной консистенции масла.

В настоящее время предложена установка Я5-ОМС (рис. 20.3) нового поколения (Г. А. Ересько, С. С. Гуляев-Зайцев). Особенность технологии получения масла на этой установке – регулируемая термомеханическая обработка продукта на различных стадиях маслообразования.

Высокожирные сливки при температуре 50–70 °С подаются в пластинчатый скребковый охладитель, где охлаждаются до 10–17 °С. При этом жировая фаза дисперсии переходит в переохлажденное состояние, высокоплавкие глицериды кристаллизуются, ослабляется связь глицеридного ядра с оболочкой жирового шарика. В связи с этим часть оболочечного вещества переходит в плазму и оболочка становится тоньше.

С повышением концентрации жира в сливках снижается их стабильность и дестабилизация дисперсии происходит при меньшем содержании кристаллической фазы, следовательно, при более высокой температуре, поэтому температура охлаждения сливок, с учетом вида вырабатываемого масла, составляет: для бутербродного – 10–12 °С, сладкосливочного (вологодского) – 15–17 °С, крестьянского – 12–14 °С. Температура уточняется в зависимости от химического состава жира. Дисперсия высокожирных сливок переходит в метастабильное состояние.

Далее охлажденные сливки поступают в дестабилизатор, где при высокой эффективности механического перемешивания (при удельной мощности до 3,5 кВт/кг) за 2–3 с происходит полное обращение фаз, то есть превращение сливок в масло, с достижением хорошего диспергирования плазмы.

Затем обработкой с доохлаждением в структурообразователе, изменением температуры охлаждения и интенсивности механического воздействия регулируются структурно-механические свойства масла. Из аппарата выходит продукт жидкообразной или твердообразной консистенции. В зависимости от вида масла и консистенции продукт в структурообразователе охлаждается до 9–16 °С.

Продукт твердообразной консистенции фасуют на автомате М6-ОРТ в ящики, а на автомате типа АРМ – в брикеты .

Регулирование режима охлаждения продукта проводится с помощью электронного регулятора в системе автоматизации. Частота вращения рабочих органов структурообразователя при выработке масла

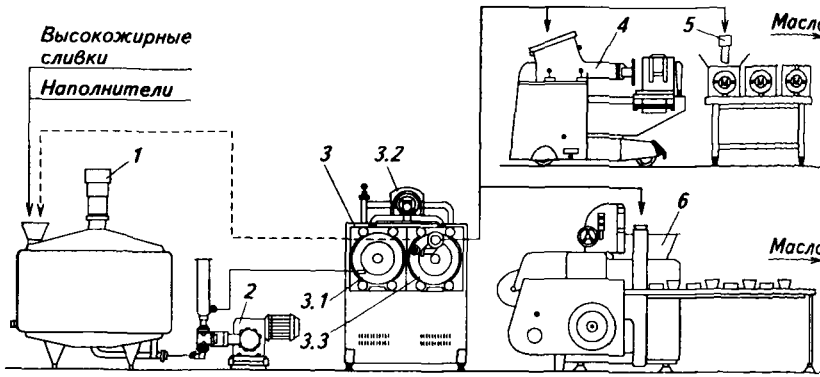


Рис. 20.3. Технологическая схема производства масла из высокожирных сливок на установке типа Я5-ОМС:
1 – нормализационная ванна; 2 – насос-дозатор; 3 – маслообразователь; 3.1 – пластинчатый охладитель; 3.2 – дестабилизатор; 3.3 – пластинчатый структурообразователь; 4 – машина для фасовки твердого масла в ящики; 5 – устройство для фасовки масла в ящики наливом; 6 – расфасовочно-упаковочный автомат для фасовки масла в пачки (пергамент, фольгу) или в жесткую тару (стаканчики, коробочки)

разной консистенции и массовой доли влаги изменяется путем замены компактных шнеков клиноременной передачи.

Процесс на установке Я5-ОМС ближе всего к получению масла методом сбивания, который длится дольше, но обеспечивает выработку масла пластичного, достаточно твердого, с высокой формоустойчивостью в широком диапазоне температур потребления (10–23 °С). Разделение преобразования высокожирных сливок в масло происходит в трех самостоятельных аппаратах, режимы работ которых регулируются в зависимости от химического состава молочного жира, массовой доли жира в дисперсии сливок и от вида вырабатываемого масла, то есть его химического состава. В охладителе проходит (фактически в потоке) физическое созревание сливок (термомеханическая их обработка). Далее дисперсия сливок поступает в дестабилизатор, где проходит ее дестабилизация, то есть процесс маслообразования, а затем в третьем аппарате – структурообразователе регулируются структурно-механические свойства масла, что заменяет обработку масла получении и его методом сбивания. Весь цикл производства масла разделен на три самостоятельные процесса, несколько удлиненные во времени в сравнении с маслообразователями, рассмотренными ранее. Он хорошо регулируется и поэтому обеспечивает получение высококачественного масла по структурно-механическим свойствам и высокой стойкости при хранении.

Термостатирование и холодильное хранение масла

Режим термостатирования свежевыработанного масла должен благоприятствовать активному прохождению незавершившихся в маслообразователе фазовых изменений глицеридов молочного жира и формированию вторичной структуры сливочного масла. Он устанавливается в зависимости от степени завершенности фазовых изменений глицеридов молочного жира и структурообразования в маслоизготовителе.

Кристаллизация жира усложняется частично протекающими полиморфными превращениями, которые могут даже стимулировать дополнительное отвердевание жира в виде более стабильных форм β′, β, но они не являются решающими в упрочнении и образовании кристаллизационной структуры масла хотя бы потому, что коэффициент объемного сжатия при полиморфных превращениях в 4–5 раз меньше, чем при отвердевании жира. Протекают также процессы дифференциации глицеридов между фазами. Чем в меньшей мере прошли фазовые изменения глицеридов молочного жира и структурообразование в маслообразователе, тем в большей мере и более интенсивно они будут проходить в свежевыработанном масле и в течение более длительного времени. Чем выше температура термостатирования (14–16 °С), тем интенсивнее и полнее они протекают. Это связано с вязкостью системы.

С повышением температуры снижается вязкость системы, начинается процесс фазовых изменений глицеридов молочного жира с образованием более стабильных полиморфных форм и более высокоплавких групп в твердой фазе. Повышенная температура способствует также более равномерному распределению жидкого жира и других компонентов, создаются благоприятные условия для образования коагуляционной структуры.

Поэтому перед закладкой в холодильную камеру свежевыработанное масло следует выдержать в цехе 2–3 ч при 14–15 °С, а затем в предварительной камере или специальном помещении – от 2 до 3 суток при 5–10 °С.

Закладка свежевыработанного масла при температуре от –12 до –18 °С приводит к относительно быстрому охлаждению монолита, резкому повышению вязкости и поэтому торможению процессов фазовых изменений глицеридов и структурообразования.

В течение 1–3 мес. холодильного хранения окончательно завершаются процессы дополнительной (преимущественно, фракционной) кристаллизации легкоплавких глицеридов и образуется вторичная структура с преобладанием метастабильных легкоплавких модификаций, крупных многослойных кристаллов и кристаллитов, сросшихся друг с другом.

При вытекании масла в ящик его периодически разравнивают деревянной лопаткой для того, чтобы не образовалось горок. После того, как ящик будет наполнен, масло выравнивают специальной линейкой и аккуратно упаковывают. Для мелкого фасования выдержанное масло при температуре не выше 5 °С фасуют на специальном автомате, что вызывает снижение его термоустойчивости. Во избежание этого уменьшают интенсивность термомеханической обработки масла в маслообразователе.

До фасования на базах масла с содержанием влаги 16 и 20% его можно хранить при отрицательных температурах не более 60 сут. Крестьянское масло нежелательно охлаждать ниже –5 °С, так как это обусловливает выделение из монолитов свободной влаги при фасовании. Размораживание масла рекомендуется проводить при температуре не выше 16 °С. Оптимальные температуры фасования в весенне-летнее время: 11–12 °С для сливочного (16% влаги) и любительского масла, 12–14 °С для крестьянского; в осенне–зимнее время, соответственно, 12–14 и 13–15 °С. Крестьянское масло перед фасованием необходимо выдержать 1–2 ч при температуре 20 °С.

Производство масла в вакуум-маслообразователе

Этот метод, разработанный Ф. Вышемирским, М. Казанским, Ю. Кузьминым, основан на моментальном самоиспарении и охлаждении распыленных в глубоком вакууме высокожирных сливок, в результате чего достигается быстрое отвердевание глицеридов жира в жировых шариках и разрыв их оболочек.

Масло, выработанное методом вакуум-маслообразования, почти аналогично по консистенции маслу, полученному способом сбивания сливок: обладает способностью в свежевыработанном виде к мелкому фасованию, пластичной консистенцией и высокой термоустойчивостью.

Первая часть схемы производства до подачи сливок в вакуум-маслообразователь такая же, как и в методе преобразования высокожирных сливок с использованием маслообразователей мешалочного типа. Получают сливки с массовой долей жира 78–79%, нормализуют в ваннах до массовой доли влаги 21–21,5%. Нормализованные сливки в горячем состоянии (75±2 °С) засасываются в вакуум-маслообразователь за счет созданного в нем разрежения (666–532 Па).

Вакуум-маслообразователь цилиндрической формы с днищем в виде усеченого конуса в верхней части имеет распыляющее устройство (группа форсунок) для распыления сливок на капельки размером 75–100 мкм. Горячие сливки, попадая из зоны атмосферного давления в камеру с глубоким вакуумом и низкой температурой (8–11 °С), мгновен-

но оказываются перегретыми, поэтому взрывообразно вскипают, теряя при этом 6–8% влаги.

Быстрое испарение значительного количества влаги, связанное с большой затратой теплоты, приводит к практически мгновенному, в несколько секунд, охлаждению капель сливок до 8–3 °С равномерно во всем объеме. При таком мгновенном и глубоком охлаждении, вследствие быстрого переохлаждения жира в жировом шарике образуется максимально возможное число центров кристаллизации, вырастающих в мелкие смешанные кристаллы. Происходит быстрое отвердевание 39–45% жира. Скорость и степень охлаждения продукта в основном регулируется величиной разрежения, которое влияет на характер кристаллизации, обращение фаз и направленность формирования структуры. Кинетику кристаллизации глицеридов при мгновенном охлаждении высокожирных сливок можно представить в условиях вакуума так.

При мгновенном охлаждении в высокоплавких триглицеридах, смачивающих внутренний слой оболочки, образуется множество зародышей кристаллов, происходит кристаллизация фосфатидов внутреннего слоя оболочки. По молекулярной структуре они близки к высокоплавким триглицеридам наружной поверхности глицеридного ядра. Так как процесс охлаждения капель высокожирных сливок происходит мгновенно, взрывообразно, то образуются зародыши кристаллов и в более глубоких слоях жирового ядра, которые вырастают в смешанные кристаллы.

Вследствие различной теплопроводности оболочки и жирового ядра при мгновенном охлаждении возможно образование трещин в оболочке, что усугубляется кристаллизацией триглицеридов в жировом ядре и резким снижением в связи с этим стабильности оболочки. Поверхность жирового шарика (особенно гидрофобная ее часть) и жирового ядра затвердевает, оболочка теряет свою подвижность, снижается ее эластичность и стабильность. Жировые шарики деформируются, что усугубляет дестабилизацию оболочки. Интенсивное парообразование также способствует разрушению оболочек жировых шариков.

Мгновенное охлаждение и отвердевание жира приводит к возникновению значительных внутренних напряжений, резкому снижению стабильности и разрыву оболочек жировых шариков. Через трещины оболочек из внутренней части жирового ядра выдавливается жидкий жир, который способствует агрегированию (слипанию) жировых шариков и образованию агрегатов. Давление образующихся кристаллов жира приводит к деформации и разрушению оболочек жировых шариков, к частичному оголению жировых ядер, которые объединяются оголенными частями. Возможно контактирование периферийных кристаллических слоев или даже «сплавление» их.

Выдавливаемый из жировых шариков жир будет быстро охлаждаться и затвердевать на их поверхности. Наступает обращение фаз внутри объема каждой капли высокожирных сливок. Капли превращаются в отвердевшие частицы. Очень важным фактором этого метода является то, что отвердевание глицеридов жира проходит в обособленных жировых шариках. На их основе получаются микрозерна жира как составляющие первичных элементов структуры. Размер отвердевшей части капли высокожирных сливок должен быть около 0,21 мм. При больших размерах не успевают происходить в нужной степени охлаждение и отвердевание во взвешенном состоянии.

Все эти процессы протекают очень быстро – за время полета капель сливок до дна вакуум-маслообразователя. Во время падения отвердевшие мелкие частицы капель сталкиваются, объединяясь в более крупные, которые становятся твердыми упругими комочками сложной структуры, напоминающими по внешнему виду масляные зерна, получаемые при сбивании сливок, но сухими и более рыхлой и открытой структуры, что обусловлено характером их получения.

В вакуум-камере закреплен лавсановый сужающийся книзу усеченный конус, который предотвращает налипание на стенки вакуум-камеры частиц сливок при распылении, облегчает их слипание в масляные зерна.

Вместе с соковыми парами из сливок улетучиваются ароматические вещества – носители посторонних запахов и привкусов, т. е. происходит дезодорация сливок.

Масляные комочки собираются на дне башни и оттуда направляются на механическую обработку и текстурацию. В текстураторе, кроме шнеков, установлена сменная перфорированная решетка, предназначенная для экструзионной обработки пласта масла. Летом, когда масло более мягкое, используют решетку с отверстиями диаметром 12 мм, зимой, при более твердом масле – диаметром 8 мм. В обязательном порядке при выработке любительского масла проводится дополнительная гомогенизация масла в гомогенизаторе М6-ОГА. Внутри шнеков и в рубашке текстуратора циркулирует вода температурой 18–20 °С, что предотвращает налипание масла на шнеки. Производительность вакуум-маслообразователя 830–1000 кг/ч.

Таким образом, стадия физического созревания сливок в этом методе фактически сохраняется, о чем свидетельствует достаточно полное отделение жировой фазы при перетопке масла, которого не удается достигнуть при других методах получения масла из высокожирных сливок.

Вовлечение в кристаллизацию еще в вакуум-маслообразователе не только тугоплавких, но и значительной части средне- и легкоплавких глицеридов, и интенсивная механическая обработка масляного зерна в

текстураторе позволяют получить на выходе из аппарата сладкосливочное и любительское масло с нужной кристаллизационно-коагуляционной структурой. При выработке крестьянского масла его приходится дополнительно обрабатывать перед фасованием.

Температура масла на выходе из вакуум-маслообразователя составляет 8–12 °С, а после фасования не превышает 14 °С, что позволяет уже через несколько часов после выработки доставлять его на базу. Это дает возможность значительно уменьшить объем холодильной камеры на заводе. Следует напомнить, что весь остальной технологический процесс получения масла методом вакуумной обработки вообще не нуждается в обеспечении холодом. Благодаря исключению из технологической схемы каких бы то ни было скребковых аппаратов предотвращается вработка в масло металла и других инородных примесей, что благоприятно сказывается на его химической стойкости. Поскольку преобразование высокожирных сливок в масло происходит в вакуум-маслообразователе в практически асептических условиях, сводится до минимума обсеменение его микрофлорой, в результате чего повышается также микробиологическая стойкость продукта.

Вакуумное преобразование высокожирных сливок проходит без пенообразования, поэтому вырабатываемое масло содержит очень мало воздуха (0,25%) и имеет более яркую желтую окраску. Оно обладает высокой термоустойчивостью, влага распределена в нем равномерно и с высокой степенью дисперсности. Так как в схеме не предусмотрены промывка масла и удаление пахты, в продукте повышена массовая доля СОМО (2,5%), вследствие чего он обладает приятным сладковатым привкусом.

Разработан способ охлаждения высокожирных сливок путем контакта с холодным потоком при небольшом избыточном давлении в камере (0,049 МПа). Испарение влаги отсутствует, чем исключается потеря вкусовых и ароматических веществ продукта. Изменен механизм подачи и распыления высокожирных сливок. Достигается температура охлаждения 15 °С и ниже. Количество отвердевшего жира для образования масляного зерна должно быть не менее 32–35%. Масляное зерно содержит больше газа (азота).

Глава 21. Масло различных видов

Вологодское масло

Впервые производство вологодского масла было организовано Н. В. Верещагиным в Едимоновской школе молочного хозяйства Тверской губернии в 70-х годах XIX в. Пастеризацию сливок (толстослойную) для выработки этого масла проводили в ушатах выдержкой их в бане с кипящей водой. При такой обработке сливки приобретали ярко выраженный вкус и аромат пастеризации, напоминающий вкус жареных орехов (ореховый). Это масло под названием парижского масла распространилось в северо-западных губерниях России, так как вкус и запах этого масла напоминал Н. В. Верещагину масло, изготовленное в одном из районов Франции, которое он пробовал в Париже. Особенно широкое внедрение производство этого масла получило в Вологодской губернии, с ее длительным зеленым травостоем летом, богатым разнотравьем, с заливными лугами, обусловливающими получение высокоароматного, нежного вкуса масла. Большой вклад в совершенствование технологии этого масла внесли вологодские маслоделы и с 1930 г. это масло получило название вологодского. Парижское, а затем вологодское масло по своим вкусовым достоинствам не имело себе равного. Оно пользовалось широким спросом и отправлялось на экспорт.

Для производства вологодского масла используется молоко высшего сорта, свежее, без признаков липолиза.

Вологодское масло вырабатывается методом сбивания с использованием маслоизготовителей прерывного и непрерывного видов, а также методом преобразования высокожирных сливок.

Исследованиями сотрудников Вологодского молочного института (М. М. Казанский) установлено, что при использовании маслоизготовителей периодического действия для получения вологодского масла с выраженным вкусом и ароматом необходимо использовать сливки пониженной жирности – от 24 до 28%. Такие сливки имеют повышенное содержание плазменных белков, за счет изменения которых при высокотемпературной пастеризации идет образование ароматических веществ.

Привкус пастеризации («ореховый») вологодского масла формируется в результате высокотемпературной обработки сливок (95–97 °С) с обязательной выдержкой их в закрытой системе при этой температуре не менее 10 мин. Такая выдержка необходима для накопления ароматических веществ, придающих специфический вкус и аромат вологодскому маслу (П. М. Вишняков). Появление «орехового» привкуса является результатом сложных химических и структурных изменений белков молока, содержащих лабильную к нагреванию серу. В образовании прив-

куса в вологодском масле в основном участвуют серосодержащие аминокислоты: цистеин, аспарагиновая кислота, глицин, серин, пролин, фенилаланин, лейцин, изолейцин, претерпевающие химические и структурные изменения с образованием реактивноспособных сульфгидрильных групп (–SH). Эти группы не являются носителями аромата, но участвуют в сложных образованиях комплекса ароматических и вкусовых веществ свободных сульфгидрильных соединений типа SN-групп, свободных аминокислот, H_2S, лактонов, меланоидинов, летучих жирных кислот и их эфиров карбонильных соединений и др. Источниками SH-групп являются сывороточные белки – β-лактоальбумин и β-лактоглобулин и белки оболочек жировых шариков. β-Лактоглобулин имеет две малоустойчивые сульфидные связи (–S–S–) и свободную сульфгидрильную группу (–SH); α-лактоальбумин плазмы молока богат цистеином, триптофаном, треонином, лейцином, лизином и молекула его содержит три дисульфидные связи (–S–S–). При высокотемпературной пастеризации проходят значительные изменения структуры α-лактоальбумина и α-лактоглобулина с образованием сульфгидрильных SH-групп. Структурные изменения этих белков в большей степени зависят от pH и температуры среды.

В состав белка оболочек жировых шариков входят серосодержащие цистин, цистеин, метионин. Эти белки более чувствительны к тепловым воздействиям, и их потенциальные возможности к образованию SH-групп по сравнению с сывороточными белками ниже. Поэтому для выработки вологодского масла следует использовать сливки с пониженной массовой долей жира 24–28%.

При производстве вологодского масла необходимо создавать условия для максимального образования реактивноспособных SH-групп. Образование SH-групп начинается в молоке при 75 °С, максимум достигается при 95–115 °С. П. Вишняков установил, что наибольшее содержание сульфгидрильных групп в сливках обеспечивает пастеризация при 98 °С с выдержкой при температуре 5–10 мин. При повышении этой температуры или увеличении выдержки (свыше 15–20 мин) накопление сульфгидрильных групп уменьшается. Максимальное образование этих групп наблюдается у сливок с массовой долей жира 45% при температуре 95 °С и выдержке 10 мин, а у сливок 25 и 35%-ной жирности – после 20 мин выдержки при этой температуре. При температурах пастеризации сливок выше рекомендуемых накопление ароматических веществ заметно ослабляется. При температуре выше 115 °С увеличивается содержание карбонильных соединений, приобретается нехарактерный для вологодского масла привкус топленого молока, связанный с инактивиза-

цией термоустойчивого фермента оболочек жировых шариков сульфгидрилоксидазы, окисляющей свободные SH-группы белков.

Между редуцирующими сахарами и аминными группами аминокислот может протекать нежелательная реакция Майяра с образованием меланоидинов, которые придают сливкам кремовый оттенок и ухудшают вкус. Отрицательно влияют на образование сульфгидрильных групп и соответственно на вкус и запах масла также повышенная кислотность сливок, повторная пастеризация, длительная выдержка пастеризованных и нагретых высокожирных сливок с воздухом во время тепловой обработки. Вся обработка сливок для вологодского масла должна проходить в закрытой системе без доступа воздуха.

SH-группы понижают окислительно-восстановительный потенциал плазмы сливок и масла, являются антиоксидантами, которые тормозят окислительные процессы порчи масла. В связи с этим рекомендуется для масла, предназначенного для длительного хранения, применять температуры пастеризации сливок выше 90 °С, как обеспечивающие максимальное накопление сульфгидрильных групп.

Кроме SH-группы в высокопастеризованных сливках обнаружены и другие сернистые соединения: сероводород, диметилсульфид, метиональ, метантиол, меркаптоцетальдегид, меркаптопропионовая кислота. Сероводород в небольших количествах – необходимый компонент вкуса и запаха вологодского масла. Он выделяется из цистеина.

Большое влияние на концентрацию ароматических веществ в масле оказывают свободные жирные кислоты (масляная, капроновая, каприловая, каприновая и др.) и лактоны с четным числом углеродных атомов от 8 до 14. В некоторой степени показателем выраженности аромата масла является соотношение лактонов и свободных летучих жирных кислот (СЛЖ). Сумма СЛЖ в масле отрицательно коррелирует с органолептическими его свойствами, а концентрация лактонов C_{13}–C_{14} – положительно.

В. А. Кузьмина для усиления аромата и привкуса пастеризации рекомендует добавление к сливкам, пастеризованным при 85–90 °С, сливок, нагретых до 120 °С (соотношение 70:30 или 50:50).

На вкус и аромат вологодского масла оказывают некоторое влияние свободные аминокислоты, содержание которых изменяется в процессе высокотемпературной обработки сливок.

При производстве масла методом сбивания для сохранения выраженности вкуса и аромата пастеризации необходимо сократить время физического созревания сливок до 2–5 ч и понизить его температуру до 4–5 °С, а также исключить из процесса промывку масла. Нормализацию масла по влаге следует проводить пастеризованными сливками. Так как

промывка зерна исключается, то вологодское масло имеет повышенное содержание СОМО и белков, что улучшает его вкус. Можно использовать и дифференцированные режимы физического созревания сливок, но они более длительны, и чтобы они в меньшей мере ослабляли аромат и вкус масла, их также необходимо проводить при более низких температурах и меньшей продолжительности выдержки. Для выдержки сливок применяются поточные выдерживатели, внутри которых создают давление 0,06–0,08 МПа.

Конструкция, при которой пастеризация и охлаждение сливок осуществляются в закрытой системе и непрерывном потоке, позволяет избежать нежелательного контакта горячих сливок с воздухом. Так как выраженность специфического вкуса пастеризации повышается при тонком диспергировании плазмы, то желательно масло, полученное в маслообразователях периодического действия, гомогенизировать.

При использовании маслоизготовителей непрерывного действия масляное зерно охлаждают пахтой, которую подают в обработник через коллектор для промывания воды.

При производстве масла методом преобразования высокожирных сливок следует использовать сливки жирностью 32–35% и кислотностью не выше 14 °Т. Их пастеризуют при температуре 95–98 °С и направляют в промежуточную ванну. Время наполнения ванны составляет 10 мин, что обеспечивает достаточную выдержку для образования выраженного вкуса и аромата пастеризации в готовом продукте. Выдержка сливок продолжительностью более 20 мин ухудшает вкус масла.

В процессе сепарирования и нормализации температура сливок снижается до 75 °С. Это не оказывает влияния на вкус и аромат высокожирных сливок и не увеличивает переход в пахту сульфгидрильных групп. В ваннах для нормализации высокожирные сливки должны находиться не более 1 ч, чтобы не ослабился их аромат. Нормализовать их следует высококачественными пастеризованными при температуре 98 °С сливками с массовой долей жира 30–33%. С повышением количества вносимых при нормализации сливок улучшается вкус и запах масла. Желательно поэтому высокожирные сливки получать с массовой долей влаги 12–12,5%, чтобы увеличить внесение сливок для нормализации до 5–6%.

Вологодское масло, полученное на поточных линиях, по сравнению с маслом, выработанным методом сбивания, характеризуется несколько повышенной массовой долей СОМО (1,92%) и пониженным содержанием воздуха (0,12 мл в 100 г продукта), а также более тонко диспергированной плазмой, что способствует улучшению вкуса продукта. Оно также в меньшей степени обсеменено микрофлорой.

Чтобы вологодское масло не потеряло выраженный вкус и аромат пастеризации, его реализуют в свежем виде, так как при хранении они ослабляются. Хранить масло нужно при температуре от –12 до –30 °С не более 1 мес. Вологодское масло оценивают по безбалловой шкале и не подразделяют на сорта. При условной оценке его как сладкосливочного вкус и запах должны быть не менее 43 баллов.

В случае забраковки его реализуют как сладкосливочное масло высшего сорта.

Любительское, крестьянское и бутербродное масло

Эти виды масла имеют повышенную массовую долю влаги (20–25%) и СОМО – 2,0; 2,5%. Их технология почти не отличается от выработки сладко- и кислосливочного масла, за исключением некоторых особенностей, которые облегчают стандартизацию химического состава.

При выработке методом преобразования высокожирных сливок для улучшения вкусовых достоинств масла рекомендуется сливки пастеризовать в спаренных установках из пластинчатого и трубчатого теплообменников при следующих температурах: в осенне-зимнее время для любительского масла – 105–110 °С, крестьянского – от 105 до 115, бутербродного – 115 °С; в весенне-летнее время – соответственно 103–105, 103–108 и 106–108 °С.

Для получения высокожирных сливок используют сепараторы ОСД-5, ОСМ-5, Г-9-ОСК. Сепараторы ОСД-5 и ОСМ-5 укомплектовывают поплавком конструкции ВНИИМС с регулирующим устройством и питательной трубкой с увеличенным внутренним диаметром 28 мм. Это позволяет стабилизировать поступление сливок в барабан сепаратора, исключить подсос воздуха, снизить содержание жира в пахте. Для улучшения вкуса масла нормализацию сливок по массовой доле влаги желательно проводить высококачественными пастеризованными сливками с массовой долей жира 25–30% и ярко выраженным привкусом пастеризации либо белковым концентратом сухого (сгущеного) молока (при недостатке СОМО), либо пахтой с повышенным содержанием СОМО.

Для равномерной вработки плазмы производительность маслообразователей и температуру охлаждения масла снижают (табл. 21.1).

Консистенцию масла регулируют интенсивностью термомеханической обработки. При получении масла излишне твердой, крошливой и недостаточно связной консистенции увеличивают интенсивность термомеханической обработки в маслообразователях Т1-ОМ-2Т снижением производительности, а в пластинчатых – увеличением количества перемешиваний. При получении масла излишне мягкой и нетермоустойчи-

21.1. Режимы обработки масла

Масло	Время года	Производительность, кг/ч	Температура масла на выходе, °С	
			охладителя	обработника
Маслообразователь Т1-ОМ-2Т				
Любительское	Весенне-летнее	500–600	–	13–15
	Осенне-зимнее	450–520	–	12–14
Крестьянское	Весенне-летнее	450–520	–	13–14
	Осенне-зимнее	300–420	–	12–13
Маслообразователь РЗ-ОУА-1000				
Любительское	Весенне-летнее	1000	13–14,5	16,5–18
	Осенне-зимнее	1000	13–14,5	16,5–18
Крестьянское	Весенне-летнее	850–950	12,5–14	16,5–18
	Осенне-зимнее	800–900	12,5–14	16,5–18

вой консистенции снижают интенсивность термомеханической обработки путем повышения температуры охлаждения продукта.

В осенне-зимний сезон, когда молочный жир становится более высокоплавким, для получения хорошей консистенции увеличивают продолжительность обработки продукта в зоне кристаллизации на 15–30% по сравнению с весенне-летним временем, когда молочный жир более легкоплавкий, путем снижения производительности маслообразователя или изменением режимов охлаждения и механической обработки.

При выработке крестьянского масла пусковой период достаточно длителен, это необходимо для стабилизации работы маслообразователя. Чтобы сократить его, работу маслообразователя начинают с выработки любительского масла, а затем переходят на выработку крестьянского.

При выработке кислосливочного масла высокожирные сливки должны иметь массовую долю влаги 15,8–17,2% – для любительского, 20–22 – для крестьянского. Заквaски вносят в высокожирные сливки в количестве 3–5% при температуре 41–45 °С или насосом-дозатором непосредственно в маслообразователь. Для бутербродного масла можно высокожирные сливки с температурой около 55 °С смешивать в ваннах для нормализации с предварительно сквашенными сливками (50–70 °Т). Кислотность плазмы этих видов масла должна быть 35–55 °Т.

При выработке кислосливочных видов масла в сравнении со сладкосливочными производительность маслообразователей рекомендуется

увеличить на 10–15% в связи с пониженной температурой (41–45 °С) высокожирных сливок на входе в маслообразователь.

При выработке этих видов масла методом сбивания температуру физического созревания сливок повышают, отчего содержание твердой фазы жира уменьшается, масляное зерно больше удерживает влаги и масло приобретает большую влагоемкость. Температура физического созревания сливок для любительского масла в весенне-летнее время избирается 5–9 °С, в осенне-зимнее время – 6–10 °С с выдержкой 5–8 ч, для крестьянского – соответственно 8–10 и 9–11 °С. Рекомендуется использовать дифференцированные режимы подготовки сливок к сбиванию: в весенне-летний период для любительского масла (13–15) → → (5–9) °С, для крестьянского (13–15) → (6–10) °С; для осенне-зимнего времени соответственно (6–10) → (13–15) °С и (7–11) → (13–15) °С.

Температуры сбивания также избираются несколько выше: для любительского в весенне-летнее время – 8–12 °С, в осенне-зимнее – 9–14; для крестьянского – соответственно 10–13 и 11–14 °С.

При использовании маслоизготовителей непрерывного действия содержание влаги в масле повышают снижением производительности маслоизготовителя на 5–10% для любительского, 10–15 – для крестьянского; повышением температуры сбивания до 11–15 °С в зависимости от сезона года; повышением частоты вращения мешалки сбивателя с учетом содержания жира в сливках, температуры сбивания и вида вырабатываемого масла.

Масляное зерно в маслоизготовителях периодического действия рекомендуется доводить до размера 3–5 мм, в маслоизготовителях непрерывного действия – 1–3 мм. Чем выше содержание влаги в масле, тем крупнее становится зерно.

При производстве кислосливочного масла сливки сквашивают до кислотности плазмы 40–55 °Т (pH 4,8–5,0).

Допускается использовать сладкие сливки с внесением закваски в количестве 2–3% насосом-дозатором в масляное зерно во время его обработки. Производительность маслоизготовителей непрерывного действия понижают на 5–10% для любительского и 15–25 – для крестьянского по сравнению с выработкой масла традиционного химического состава. Температуры сбивания повышают на 1–2 °С.

Масло с наполнителями

В последние годы находит широкое распространение масло пониженной жирности с белковыми и вкусовыми наполнителями, сбалансированное по соотношению жир-белок и повышенной биологической ценности. В зависимости от вида наполнителя различают масло шоколадное,

медовое, сырное, фруктовое и т. д. Такое масло вырабатывают преимущественно методом преобразования высокожирных сливок, но можно и методом сбивания, – тогда предварительно подготовленный наполнитель вносят в рыхлый пласт масла во время механической обработки.

Масло с наполнителями не допускается задерживать на заводе более двух дней, так как качество его ухудшается быстрее, чем без наполнителя.

Шоколадное масло наиболее распространено, так как обладает высокими вкусовыми достоинствами, более стойко при хранении и имеет сравнительно простую технологию.

При его производстве методом преобразования высокожирных сливок наполнители (какао –2,5%, сахар – 1,8% массы масла и ванилин – 0,015 г на 1 кг масла) вносят вместе с пахтой, используемой для нормализации, в горячие высокожирные сливки с массовой долей влаги 19,1–19,5% при перемешивании и пастеризуют при температуре 70 °С с выдержкой 20 мин, а затем подают в маслообразователь. Температура масла на выходе из маслообразователя поддерживается 15–16 °С. Если в качестве жирового наполнителя используется молочный жир, его предварительно расплавляют в плавителе при температуре не выше 60 °С (при более высокой температуре появляется привкус топленого масла).

Расплавленный жир подается насосом в ванны длительной пастеризации, куда поступают также какао, сахар, молоко или сливки. Смесь пастеризуют при температуре 75 °С с выдержкой в течение 10 мин, затем охлаждают до 45 °С. Далее смесь эмульгируют пропусканием через насос или эмульсор. Эмульсию направляют в маслообразователь, где при быстром охлаждении достигается устойчивое распределение компонентов в жире. Если шоколадное масло вырабатывают способом сбивания, пастеризованную смесь наполнителей в воде для регулирования влажности в охлажденном виде вносят в рыхлый пласт масла.

Поскольку внесение сахара способствует укрупнению капелек плазмы, то для тонкого диспергирования ее требуется длительная обработка масла. Однако с увеличением продолжительности обработки повышается содержание воздуха в масле и цвет его может стать светлым. Готовое масло из-за длительной обработки имеет более мягкую консистенцию по сравнению с маслом без наполнителя.

Для *фруктового масла* в качестве наполнителей применяют свежие натуральные соки, свежие и консервированные ягоды, а также повидло, джемы, варенье, придающие маслу вкус и запах, свойственные наполнителю. Такое масло богато витаминами и углеводами, имеет пониженную жирность и широко используется для диетического и детского питания.

Фруктовое масло должно содержать не менее 18% сахара. Протертую мякоть ягод вносят в количестве 15, соки – 10, джемы – 20, экстракты – 4% массы масла. Ягоды и фрукты предварительно сортируют, отбирая самые доброкачественные, очищают, промывают и в течение 30 мин обсушивают на решетках. Вишни, сливы, черешню протирают через решето, а ягоды без косточек (малину, клубнику, смородину) – через сито. Протертую массу смешивают с сахаром, вносят, фильтруя через марлю, в горячие высокожирные сливки влажностью не более 13% сразу после их выхода из аппарата, перемешивают и при температуре 65 °С выдерживают в течение 20 мин. Более высокие температуры приводят к ослаблению аромата и уменьшению содержания витаминов. Температура на выходе из маслообразователя должна составлять 15–16 °С. При ней обеспечиваются наиболее равномерная окраска и пластичная консистенция продукта.

Фруктовое масло можно также вырабатывать методом сбивания, внося наполнитель в рыхлый пласт масла в процессе обработки.

Другие виды масла с наполнителями – медовое, с сахаром, кофейное – вырабатывают по той же технологии, что и шоколадное масло.

В медовое масло добавляют высококачественный натуральный мед, центрифугированный, прозрачный. Если мед загустел, его подогревают до температуры 40 °С. Мед вносят в количестве 36%, чтобы содержание сухих веществ его в готовом продукте было не менее 28,8%.

При изготовлении *кофейного масла* вносят сахар, растворимый кофе и экстракт цикория или экстракт из смеси кофе и цикория. Для этого 80% кофе и 20% цикория кипятят с тройным количеством воды, отфильтровывают и гущу отпрессовывают. Полученный экстракт смешивают с сахаром и вносят в высокожирные сливки или рыхлый пласт масла во время обработки и регулирования содержания влаги.

В качестве наполнителей используют также томат, морские продукты (морскую капусту, креветки) и т. д.

Содержание жира в масле с наполнителями меньше, чем в обычном масле, поэтому консистенция его может быть более мягкой. При этом необходимо обеспечить равномерное распределение наполнителей и плазмы.

Масло с повышенным содержанием СОМО и вкусовыми наполнителями

С целью упрочнения структуры, получения масла более плотной консистенции кроме вкусовых наполнителей в него вносят различные молочно-белковые концентраты, сухую или сгущенную пахту, обезжиренное молоко. В продукте увеличивается содержание молочного белка.

фосфолипидов, лактозы, минеральных веществ, что повышает биологическую ценность и приближает продукт по компонентному составу к продуктам, сбалансированным по жиру и белку. Снижение содержания в продукте жира до 45–52% с одновременным увеличением плазмы приводит в целом к повышению устойчивости эмульсии. Поэтому для преобразования такой эмульсии в структуру масла потребуется более интенсивная термомеханическая обработка ее в маслообразователе. Это достигается снижением его производительности на 30–50% и более по сравнению с паспортной.

Перед внесением в высокожирные сливки сухие продукты восстанавливают, гомогенизируют и пастеризуют.

Чайное масло характеризуется чистым сладковатым вкусом и привкусом пастеризации. Консистенция плотная, однородная по всей массе. Допускаются мучнистость и наличие мелких капель влаги. Цвет – от светло-желтого до желтого. Для выработки чайного масла в высокожирные сливки с содержанием влаги 14–16% вносят сгущенное обезжиренное молоко, пахту с содержанием сухого молочного остатка 44%. Если в качестве наполнителя СОМО используют сухие обезжиренные молочные продукты, то их сначала восстанавливают до концентрации сухих веществ 44%, смешивая с натуральными пахтой и обезжиренным молоком. Затем обрабатывают в коллоидной мельнице или с помощью центробежного насоса до гомогенной консистенции и вносят в высокожирные сливки.

После смешивания компонентов смесь пастеризуют при 70–75 °С с выдержкой *15–20 мин* и направляют в маслообразователь. В осенне-зимний период производительность цилиндрических аппаратов снижают до 300–350, в весенне-летний – до 350–400 кг/ч, температуру масла на выходе из аппарата поддерживают соответственно 13–15 и 14–16 °С; в пластинчатых маслообразователях (РЗ-ОУА-1000) производительность должна быть 800–850 кг/ч, температура на выходе 16–17 °С вне зависимости от времени года.

Хранить чайное масло рекомендуется при температуре не выше 5 °С и не ниже –5 °С, относительной влажности не более 80%. Срок реализации монолитов не должен превышать 20 сут, а мелкорасфасованного масла – 15 сут.

Ярославское масло вырабатывают из высокожирных сливок с обогащением СОМО до 14,2% путем внесения сгущенного или восстановленного сухого обезжиренного молока (пахты) с массовой долей сухих веществ 44%, а также сахара – 3 и цикория – 0,8% сухих веществ. Продукт имеет вкус и запах, характерные для сливочного масла со специфическим ароматом и легкой горчинкой, присущими цикорию. Консистен-

ция плотная, однородная. Допускается слабая мучнистость и наличие мелких капель влаги. Цикорий обладает универсальными целебными свойствами благодаря наличию различных органических веществ. Среди них особый интерес представляет инулин, составляющий более половины сухого вещества корня – от 56 до 65%. Под воздействием высокой температуры происходит гидролиз цикория с образованием сахаров, имеющих горький вкус. Для смягчения горького вкуса в масло вводят сухое обезжиренное молоко (СОМ) и свекловичный сахар. Технология производства аналогична технологии чайного масла.

С учетом используемых наполнителей массовая доля влаги в высокожирных сливках не должна быть более 18%. В связи с повышенной стабильностью эмульсии проводят более интенсивную термомеханическую обработку, снижая производительность маслообразователей Т1-ОМ-2Т на 45–55% и РЗ-ОУА-1000 на 30–40%.

Срок реализации монолитов составляет 30 сут, мелкофасованного масла – 15 сут; температура хранения – от –5 до 5 °С.

Десертное масло вырабатывают из сгущенных сливок с добавлением и без добавления какао с последующей термомеханической обработкой в маслообразователе. Пастеризованные сливки с массовой долей жира 35–40% и кислотностью не более 16 °Т поступают в вакуум-выпарные установки на сгущение при температуре 70–75 °С. При более низких температурах в момент пуска установки на трубах калоризаторов может появиться пригар. В однокорпусных вакуум-выпарных установках циркуляционного типа температуру кипения поддерживают на уровне 60–65 °С, в двухкорпусных – от 65 до 70 и 50–55 °С соответственно на первой и второй ступенях. Сгущение проводят до содержания жира 66–67% (на 1–2% больше, чем в готовом масле). Нормализуют пастеризованными сливками с массовой долей жира 35–40%. Сливки в маслообразователь подаются с температурой 75–80 °С, производительность Т1-ОМ-2Т в весенне-летний период составляет 350–400, в осенне-зимний – 300–350 кг/ч; температура на выходе масла соответственно поддерживается 13–16 и 12–15 °С.

При производстве десертного шоколадного масла сгущенные сливки с содержанием жира 64–65% нормализуют до содержания жира 63%, смешивают с сахаром и какао-порошком. Температуру смеси при помешивании доводят до 75–80 °С, вносят ванилин (15 г на 1 т) и направляют в маслообразователь при тех же режимах обработки, как и для десертного масла.

Десертное масло имеет сладковатый вкус с привкусом пастеризации, десертное шоколадное – сладкий с выраженным вкусом и запахом какао и ванилина. Консистенция однородная, плотная, пластичная. Цвет

однородный, светло-желтый для десертного и светло-коричневый для десертного шоколадного.

Фасование, условия хранения десертного масла аналогичны чайному, срок реализации для крупных монолитов – 30 сут, мелкофасованного – 20 сут со дня выработки.

Столовое масло вырабатывают сладко- и кислосливочным, соленым и несоленым из пастеризованных сливок с белковыми добавками, получаемых ультрафильтрацией обезжиренного молока. Допускается подкрашивание масла каротином. Вкус и запах – характерные для этих видов масла; консистенция – однородная, плотная, пластичная. Кислотность плазмы для кислосливочного масла должна быть не более 50 °Т. Кисломолочные вкус и запах создаются ароматическими и вкусовыми веществами (дистиллированные моноглицериды), вносимыми в масло.

Это масло вырабатывают по двум схемам: с применением молочно-белковой добавки с массовой долей сухих веществ 23% и сухого белка с массовой долей жира 70–72,5% и по другой схеме – с добавлением моноглицеридов в сливки не менее 45%-ной жирности. Добавки предварительно растворяют в теплом (40–45%) обезжиренном молоке или пахте до концентрации сухих веществ 23%, пастеризуют при 70 °С в течение 20 мин, гомогенизируют, выдерживают 30–40 мин для набухания белков и вносят в сливки, пастеризуют затем в ванне при 70 °С в течение 20 мин.

Моноглицериды расплавляют в жире в соотношении 1:2 при температуре 75–80 °С и смешивают с обезжиренным молоком (пахтой) в соотношении 1:1 при температуре не менее 65 °С, эмульгируют и вносят в сливки 45%-ной жирности при температуре не ниже 65 °С. Соль вносят рассеиванием по поверхности сливок.

Для выработки кислосливочного масла в высокожирные сливки при температуре 65 °С за 5 мин до подачи в маслообразователь (чтобы не улетучились) вносят водорастворимый ароматизатор ВНИИЖ-43 в сочетании с вкусовыми наполнителями – смесью пищевых молочной и уксусной кислот.

Вследствие высокой устойчивости жировой эмульсии столовое масло вырабатывают на двух спаренных маслообразователях – пластинчатом РЗ-ОУА-1000 и цилиндрическом Т1-ОМ-2Т – или двух цилиндрических Т1-ОМ-2Т. Производительность агрегатов составляет соответственно 500 и 300 кг/ч, температура масла на выходе – 16–19 °С.

Готовое масло фасуют брикетами по 100, 200 и 250 г, упаковывают в пергамент или каширированную фольгу (только масло с моноглицеридами), стаканчики (коробочки) полистироловые и др. Срок реализации: 10 сут – при упаковке в пергамент, 15 сут – в остальных случаях при температуре не выше 5 °С. Продукт используют в натуральном виде и хлебопечении.

Сливочная паста соленая и несоленая изготовляется из пастеризованных сливок и белков, выделенных хлоркальциевым методом из обезжиренного молока (пахты). Вкус и запах продукта – характерные для сливочного масла с привкусом топленого молока, умеренно соленый вкус для соленой пасты. Консистенция однородная, плотная, пластичная, слегка мучнистая или рыхлая. Цвет – от слабо-кремового до кремового

Сливочную пасту вырабатывают методом преобразования высокожирных сливок с массовой долей в ней влаги 42%.

Для получения белкового наполнителя обезжиренное молоко (пахту) подвергают длительной тепловой обработке при 92–94 °С в течение 6–7 ч. Затем вносят при перемешивании раствор хлорида кальция (150 г на 100 кг пахты), смесь выдерживают 10 мин. Сыворотку отделяют от осажденного белка, который отпрессовывают. Белок смешивают с частью высокожирных сливок и обрабатывают в коллоидной мельнице до сметанообразной консистенции, затем смешивают с остальной частью высокожирных сливок. Смесь пастеризуют при температуре 75 °С с выдержкой 30 мин и подают в маслообразователь. Температуру продукта на выходе из маслообразователя устанавливают в пределах 14–16 °С в весенне-зимний период года и 13–15 °С – в весенне-летний.

Готовый продукт содержит влаги 42%, СОМО – 8%. Срок реализации – не более 10 сут, хранение – при температуре от –5 °С до 5 °С при относительной влажности 80%.

Сырное масло вырабатывают из высокожирных сливок с влажностью 32–34% с внесением в горячем состоянии при температуре 80 °С эмульсии зрелых или свежих сычужных сыров. Смесь пастеризуют при температуре 70 °С с выдержкой 20 мин и направляют в маслообразователь с уменьшенной производительностью: Т1-ОМ-2Т (350–400 кг/ч), РЗ-ОУА-1000 (600 кг/ч) для весенне-летнего периода и для осенне-зимнего – соответственно 300–350 и 500 кг/ч; температура масла на выходе – соответственно 14–16 и 16–18 °С, 13,5–15 и 15–17 °С. Продукт имеет характерные для сливочного масла вкус и запах со специфическим приятным сырным привкусом. Консистенция пластичная, однородная. Цвет однородный, от белого до слегка желтого. Масло фасуют монолитами и брикетами массой по 100, 200 и 250 г, в полимерные стаканчики, батонами массой до 1000 г в целлофан и полимерные материалы. Срок реализации: для монолитов – 20 сут, мелкофасованного – 15 сут со дня фасования.

Каймак, крем с кофе, крем с какао представляет собой молочные продукты со структурой масла. Их вырабатывают из смеси высокожирных сливок, сухого обезжиренного молока (пахты) при добавлении сахарозы и вкусовых наполнителей – кофе, какао. Продукты стерилизуют.

Вкус и запах – сливочные с характерным сладковато-соленым привкусом (для каймака) или с привкусом наполнителей.

У фасованного продукта возможны повышенная плотность у стенок банок и наличие жидкой фазы (до 10 мл) при 25 °С, а также прилипание продукта к крышке, мучнистость – для крема с какао. Цвет – кремовый для каймака, светло-коричневый для крема с кофе, коричневый для крема с какао, однородный.

Продукты фасуют в металлические банки массой 100 и 60 г с герметичным укупориванием. Срок хранения: 20 мес. со дня выработки при температуре 1–6 °С и 12 мес. при 20±5 °С и относительной влажности воздуха не более 85%. Допускается повышение температуры до 30 °С в течение 6 сут и до 40 °С в течение 3 сут, при относительной влажности до 98% в течение 2 сут.

Масло с регулируемым жирнокислотным составом

В молочном жире не хватает полиненасыщенных жирных кислот, нет полного оптимального соотношения и других, поэтому разработаны разновидности сливочного масла с регулируемым жирнокислотным составом. Для восполнения в молочном жире дефицита полиненасыщенных жирных кислот используют растительное рафинированное и дезодорированное масло.

Диетическое масло сладкосливочное несоленое вырабатывается методом сбивания. В нем 20% молочного жира заменено растительным маслом, богатым полиненасыщенными жирными кислотами. Все органолептические показатели для этого масла характерны для сливочного, но допускается слабый привкус растительного масла.

Рассчитанное количество растительного масла вносят в цельное молоко перед сепарированием и получают сливки с массовой долей жира 38–42%. Хранить растительное масло следует в герметичной упаковке, в темном месте, в условиях нейтрального газа не более 1 мес, а в негерметичной – не более 7 сут.

Диетическое масло фасуют в монолиты и брикеты по 100, 200 и 250 г с упаковкой в пергамент или кашированную фольгу. Срок реализации: не более 90 сут для монолитов, 15 и 20 сут – для мелкофасованного соответственно в пергамент и кашированную фольгу.

Детское масло имеет повышенную биологическую ценность благодаря повышенной массовой доле СОМО (8–8,3%) и содержанию растительного масла (10%). В некоторые его виды вводят сахарозу, цикорий, какао. В продукте снижена массовая доля жира (60%) повышена массовая доля белка (5,96%) и лактозы (6,65 мг/100 г). По органолептическим показателям детское масло имеет выраженный вкус используе-

мых наполнителей, допускается слабый привкус растительного масла. Для этого масла нормируют микробиологические показатели: общее количество бактерий для детского сливочного, с цикорием и с какао в 1 г должно быть не более соответственно 25, 50 и 50 тыс.; коли-титр – не менее 0,1 мл, сальмонеллы в 25 г продукта не допускаются. Если детское масло вырабатывается с добавлением бифидобактерий, то их должно быть не более 500 тыс. в 1 г.

Масло изготовляют методом преобразования высокожирных сливок. Подготовку наполнителей проводят обычным способом. Сухую добавку (ДМБ-2-70 или ДМБ-3-80), сухое обезжиренное молоко растворяют в подогретом обезжиренном молоке (42 °С) до массовой доли сухих веществ 44%, гомогенизируют или обрабатывают в коллоидной мельнице. Все компоненты, в том числе и растительное масло, вносят в высокожирные сливки, при этом какао-порошок – в смеси с сахарным песком, цикорий – перед подачей в маслообразователь для сохранения аромата. Агар-агар для набухания промывают холодной водой, полностью растворяют в горячем обезжиренном молоке (80±5 °С), фильтруют и вносят в высокожирные сливки из расчета 0,2% сухого агар-агара в готовом масле. Закваску из *Bifidobacterium longum*, *Lac. diacetilactis* со слабой энергией кислотообразования и активную по диацетилу вносят в количестве 1–2%.

Масло фасуют в бумажные стаканчики с двухсторонним полиэтиленовым покрытием, массой 100 и 25 г, срок реализации – не более 10 сут.

Кулинарное масло (славянское). Технология его разработана Г. В. Твердохлеб, Ф. А. Вышемирским. Оно предназначено для непосредственного употребления, а также для кулинарных целей – приготовления вторых блюд, салатов, приправ и др. Выпускается соленым и несоленым. Его изготовляют из смеси сливок и молочно-жировых эмульсий. Массовая доля жира в нем составляет 79–80%, из них на долю растительного масла приходится 31,6–32, массовая доля влаги в масле – не более 18,5, СОМО – 1,5 и соли – 0,8% (для соленого). Жировая основа масла имеет сбалансированный жирнокислотный состав. В масло вводится 0,01% ароматизатора ВНИИЖ-43 и 0,1% микробиологического каротина. Продукт обладает характерным для сливочного масла вкусом и запахом используемого ароматизатора. Допускается легкий привкус растительного масла. Консистенция однородная, пластичная, допускается слегка мягкая. Цвет светло-желтый, однородный. Продукт обладает повышенной биологической ценностью.

Исходным сырьем являются сливки и специально подобранная композиция из высококачественных растительных и животных жиров. Продукт изготовляют методом преобразования высокожирных сливок и

сбивания. Молочно-жировую эмульсию приготовляют отдельно, а потом после пастеризации и дезодорации смешивают со сливками. Ароматизаторы и каротин вносят в смесь перед сбиванием или обработкой в маслообразователе.

Комбинированный продукт типа сливочного масла имеет лечебное и диетическое назначение. Вкус и запах – характерные для сливочного масла с привкусом пастеризации. Консистенция – пластичная, мягкая, цвет – светло-желтый, однородный по всей массе. Массовая доля жира в продукте равна 40%, в том числе подсолнечного масла – 15, СОМО – 12 и 0,2 метилцеллюлозы. В качестве белкового обогатителя используют белковый концентрат, выделенный из пахты или смеси ее с обезжиренным молоком (1:1) методом ультрафильтрации.

Массовая доля белка в продукте составляет 8,4–8,8%; витамина А – от 0,8 до 1,2 и β-каротина – от 0,3 до 0,6 мг/100 г. Продукт производится методом преобразования высокожирных сливок при температуре на выходе из маслообразователя 12–13 °С. Срок реализации продукта, фасованного по 250 г, при 5–8 °С – не более 10 сут, при температуре от –3 до –5 °С – не более 15 сут со дня выработки.

Целинное масло вырабатывают методом преобразования высокожирных сливок из жировой эмульсии, полученной из молочного жира и молочной плазмы (2,6:1). Молочный жир может быть заменен топленым маслом, полученным при мягких режимах перетопки. Из жировой эмульсии получают восстановленные сливки. В маслообразователь они подаются при температуре 50–60 °С, на выходе из маслообразователя – от 12 до 14 °С. Химический состав масла аналогичен крестьянскому, но имеет более слабую и менее термоустойчивую консистенцию.

Спреды. Комбинированные маслоподобные продукты

В зарубежных странах, наряду со сливочным маслом уже давно используют для питания спреды или сливочные пасты. Они, в отличие от масла, обладают более мягкой, пластичной консистенцией, легкой намазываемостью («spread» от латинского слова намазывать).

Такая консистенция обусловлена частичной заменой молочного жира растительным маслом, гидрогенизированным жиром или смесью растительных и животных жиров.

При частичной замене молочного жира растительным маслом продукт при температурах выше 15 °С становится излишне мягким, расплывается и теряет форму.

Известно, что в молочном жире для удовлетворения потребности человека содержится недостаточное количество полиненасыщенных эссенциальных (незаменимых) жирных кислот: линолевой, линоленовой и

арахидоновой. Поэтому для повышения биологической ценности продукта целесообразна частичная замена (10–15%) молочного жира растительным маслом, богатым содержанием линолевой и линоленовой жирных кислот. Диетические свойства продукта повышают введением в его состав оливкового и кокосового масла (пальмовое и арахисовое увеличивают нагрузку на печень).

В настоящее время в торговле нашей страны появилось большое число «заменителей» сливочного масла с привлекательными названиями: «масло мягкое», «деревенское», «масло бабушкино», «масло для намазывания», «Ярославна», «сливочное масло особое» (деликатесное, любительское, крестьянское), «вологодское масло мягкое» и другие.

Для выработки масла комбинированного жирового состава используют наиболее дешевые жиры, такие как пальмовое масло, смесь растительных масел с жиром морских млекопитающих и рыб, причем последние обусловливают запредельное содержание в продукте холестерина. Для получения более твердой консистенции используют дешевые примитивные методы обработки, неапробированные различные добавки. В результате в масле образуются трансизомеры жирных кислот, которые образуют вредный для здоровья тяжелый холестерин.

Основная масса отечественных предпринимателей занимается фасовкой импортных комбинированных маслоподобных продуктов, при этом добавляют некоторое количество сливочного масла. Эти продукты неправомочно называют сливочным маслом: ни по химическому составу, ни по технологии получения, ни по пищевой ценности они таковыми не являются. Чтобы ввести потребителей в заблуждение, на этикетке не указывают химический состав жирового компонента и даже заведомо неверно пишут, что в продукте отсутствует холестерин.

Для защиты прав и здоровья потребителей требуется научное обоснование норм замены молочного жира определенными видами жиров, разработка специальной технологии этих комбинированных продуктов, утверждение технических условий и разрешение на квалифицированное и качественное их производство отдельными производителями.

Получение комбинированных маслоподобных продуктов проводят способами преобразования высокожирных сливок и сбивания сливок в масло.

Для примера приведем технологию масла сливочного «особого», разработанную ВНИМИ (ТУ 9221-009-00419789-96). Оно подразделяется на виды: «Деликатесное» с массовой долей влаги 16% и заменой не более 41% молочного жира гидрогенизированым жиром растительным (акобленд и др.), «Любительское» – 20% и не более 3 9% соответственно и «Крестьянское» – 25% и не более 36%.

Для улучшения органолептических показателей вносят каротин микробиологический – не более 0,1% и ароматизатор импортный – не более 0,1%, пищевой белковый продукт «Супро 2000» (Бельгия), сливочный крем J 1594 (Англия). В качестве заменителя молочного жира используют смесь эмульгированных натуральных растительных масел «Акобленд» (Швеция).

Легче вырабатывать продукт способом преобразования высокожирных сливок.

При получении продукта методом сбивания сливок сначала получают сливки из молока с массовой долей жира 40%, пастеризуют их при 90 °С, охлаждают до 8 °С и проводят их физическое созревание. Затем получают «растительные» сливки с массовой долей жира 4% в ванне с вращающейся мешалкой со скоростью 30–50 об/мин. Для этого в ванну сначала направляют нагретое до 65 °С обезжиренное молоко, а затем самотеком «Акобленд» температурой 65–85 °С со скоростью 900–1200 кг/ч. «Растительные» сливки гомогенизируют при температуре 65 °С и давлении 1,2 МПа или же пропускают через центробежный насос 1–3 раза при этой же температуре. Затем «растительные» сливки пастеризуют при 90 °С, охлаждают до 8 °С, направляют в резервуар для составления смеси по рецепту со сливками из молока. Можно эту смесь составлять до пастеризации «растительных» сливок при 13 °С с последующими пастеризацией при 90 °С, охлаждением до 8 °С и созреванием в течение 20 ч при перемешивании 2–4 раза в течение 5 минут. Сбивание смешанных сливок проводят при температуре от 10 до 13 °С, масляное зерно подвергают обычной обработке. При получении масла «особого» методом преобразования высокожирных сливок производят смешивание сливок из молока с «растительными» сливками при 13 °С в ванне при перемешивании в течение 10 мин со скоростью мешалки 30–50 об/мин. Затем смесь пастеризуют при 90 °С, проводят нормализацию по содержанию влаги: для «Деликатесного» – (15±0,1)%, «Любительского» – (19±0,1)% и «Крестьянского» – до (23±0,1)%. Нормализованные сливки подают в маслообразователь и получают масло.

Консервные виды масла

Плавленое масло. Технология плавленого (или гомогенизированного) масла разработана М. М. Казанским. Это масло сыграло большую роль в годы Великой Отечественной войны для снабжения Военно-морского флота, особенно подводного флота, и контингентов войск Советской Армии. Это были единственные стойкие консервы сливочного масла. За разработку этого масла М. М. Казанский отмечен высокой правительственной наградой – орденом Трудового Красного Знамени.

Структура плавленого масла представляет собой тонкую дисперсию водной фазы в жировой среде. Мелкие капельки воды полностью изолированы друг от друга и равномерно распределены в молочном жире, в результате чего они становятся недоступными для развития микробиологических процессов порчи масла. Отсутствие канальцев между капельками влаги не дает возможности передвинуться бактериальной клетке остаточной микрофлоры в другую каплю, и она погибает. Такая структура достигается благодаря тому, что при умеренном нагревании сливочное масло образует эмульсию «воды в жире», которая сохраняется при последующем охлаждении и отвердевании жира. Благодаря герметичной упаковке и низкому содержанию воздуха в этом масле уменьшается опасность возникновения окислительных процессов. Масло приобретает высокую стойкость при хранении.

Плавленое масло вырабатывают из свежего высококачественного сладкосливочного и кислосливочного, соленого и несоленого масла. Кислосливочное и соленое масла должны быть изготовлены из умеренно сквашенных сливок кислотностью плазмы 30–35 °Т и содержать соли не более 1,0–1,2%.

Плавят масло нагреванием в двустенные ваннах или специальных плавителях.

Для плавления масло загружают в двустенные ванны небольшими кусками и при постоянном помешивании постепенно нагревают его. Во избежание вытапливания жира сначала в рубашку подают воду с температурой 24–26 °С. Масло прижимают к стенкам деревянным веслом. Когда масло размягчается, температуру воды в рубашке поднимают до 30–32 °С. Плавление проводят до достижения консистенции масла, напоминающей консистенцию охлажденного сгущенного молока. При этом имеет значение степень загрузки ванн и состояние масла перед плавлением. Температура масла перед плавлением должна составлять 14–16 °С.

Твердое масло перед плавлением разрезают на куски и выдерживают для размягчения при 18–20 °С. Конечная температура плавления масла должна быть не выше 26–30 °С. Плавление необходимо вести так, чтобы равномерно прогревалась вся масса и не происходило местного перегрева отдельных частей. При плавлении нельзя допускать вытапливания жира. Исследования различных методов плавления (М. М. Казанский, Г. В. Твердохлеб, А. М. Мироненко) показали, что хорошие результаты дает метод А. М. Мироненко. Он использовал в качестве плавителя обработочный цилиндр маслоизготовителя непрерывного действия, снабженный в последней трети водяной рубашкой. В рубашку подают теплую воду около 36–40 °С, а масло небольшими порциями загружают в цилиндр. Проходя через цилиндр для обработки к мундштуку,

масло расплавляется и поступает из аппарата в тару. Скорость подачи воды регулируют так, чтобы масло, выходящее из аппарата имело температуру 26–28 °С и достаточно жидкую консистенцию без признаков вытапливания жира. Имеет значение степень загрузки цилиндра и подача на плавление масла с температурой не ниже 14–16 °С. При этой температуре производительность цилиндра для обработки масла составляет 250–300 кг/ч. При плавлении масла, приобретающего жидкую консистенцию, капли воды вследствие поверхностного натяжения принимают строго сферическую форму, а имеющиеся канальцы и водные протоки, объединяющие водяные капли, стягиваются в изолированные капли. При достаточно высокой вязкости жира и тонкой дисперсии влаги исключается возможность разделения эмульсии по удельному весу.

Расплавленное масло фасуют в прошпаренные, просушенные горячим воздухом цельноштампованные банки из алюминиевого сплава, покрытые пищевым лаком. Заполнение банок маслом проводится до краев, чтобы не оставалось воздуха.

Наполненные банки закрывают крышками, охлаждают до 15–18 °С и герметически закатывают под вакуумом на полуавтоматах. Закатка неохлажденного жидкого масла не рекомендуется, так как при движении банки вокруг своей оси может произойти разбрызгивание масла и в банках образуются воздушные пустоты. На автоматических закаточных машинах банки можно закатывать после розлива. Закатанные банки проверяются на герметичность и затем помещают в холодильные камеры для охлаждения.

Плавленое масло может храниться больше года при температурах от –5 до –2 °С без изменения качества.

Пастеризованное, стерилизованное сливочное масло. Попытки создания консервного сливочного масла предпринимались и у нас, и за рубежом.

М. И. Горяев и А. И. Желтаков для получения консервного сливочного масла использовали высокожирные сливки с массовой долей жира 82,5–83%, с содержанием воздуха не более 0,5 мл в 100 г. Если высокожирные сливки имели пониженную жирность или повышенное содержание воздуха, то их подвергали обработке в вакуум-аппаратах при разрежении 0,08 МПа и температуре 55–60 °С в течение 5–10 мин.

Высокожирные сливки фасуют в металлические банки, покрытые пищевым лаком. При фасовании высокожирных сливок под крышкой банки не должно оставаться пустот. Банки герметически укупоривают и проверяют на герметичность.

При выработке стерилизованного масла по методу М. И. Горяева укупоренные банки помещают в стерилизатор, где выдерживают не ме-

нее 20 мин при температуре 120 °С. По окончании выдержки банки с продуктом охлаждают до 10 °С и ниже.

Применяемый режим стерилизации не был научно обоснован и не обеспечивал стерильность продукта. Кроме того, продукт по структуре и консистенции оставался высокожирными сливками. В охлажденном состоянии имел свойственную высокожирным сливкам неоднородную крошливую консистенцию. Это связано с тем, что непрерывной средой в продукте, как и в сливках, оставалась плазма, а жировые шарики и их комочки – фазой. В плазме, как непрерывной среде, легко развивалась остаточная микрофлора, которая быстро подвергала продукт бактериальной порче с прорастанием плесени.

Технология пастеризованного масла А. И. Желтакова предусматривала пастеризацию банок с высокожирными сливками при температуре 90–92 °С с выдержкой 30 мин, а затем температуру банки устанавливали 35–40 °С с выдержкой 4 ч для прорастания оставшейся споровой микрофлоры, после чего вторично пастеризовали при 90–92 °С с выдержкой при этой температуре в течение часа. Далее охлаждали водой до температуры 15 °С, выдержкой достигали отвердевания жира, снова нагревали до 20–22 °С, а затем охлаждали окончательно. При таком попеременном охлаждении и нагревании проходила дестабилизация жировой фазы и в результате получалась смесь вытопленного жира с плазмой, ничего общего не имеющего с пластичной гомогенной консистенцией сливочного масла.

По заданию Минмясомолпрома СССР Г. В. Твердохлеб в 1974 году приступила к разработке технологии консервированного стерилизованного сливочного масла с длительным сроком хранения в нерегулируемых температурных условиях. В работе участвовали: директор Уфимского молочного комбината В. Ф. Чапцев, аспиранты Н. Н. Ломова, В. Г. Гладких, В. О. Шемякин.

С 1976 года Уфимский молочный комбинат начал выпуск стерилизованного консервированного масла, которое шло на снабжение подводного флота, контингентов войск в экстремальных условиях, геологов, экспедиций. При разработке технологии использовали подход М. И. Горяева (исходили из высокожирных сливок) и применяли результаты многочисленных работ Г. В. Твердохлеб по фазовым изменениям глицеридов молочного жира и их роли в маслообразовании, в преобразовании высокожирных сливок в масло и в формировании структуры и консистенции сливочного масла.

Под руководством Г. В. Твердохлеб были разработаны научно-обоснованные режимы стерилизации высокожирных сливок различного химического состава, обеспечивающие промышленное получение сте-

рильного продукта; разработаны режимы преобразования структуры высокожирных сливок с различной массовой долей жира в структуру масла в условиях статики; проведено изыскание оптимального упаковочного материала, обеспечивающего высокую сохранность масла; разработаны мероприятия по продлению гарантийного срока хранения консервного стерилизованного масла в нерегулируемых температурных условиях с трех месяцев до двух лет; разработана технология консервного стерилизованного сливочного масла методом сгущения сливок, технологии низкожирных видов этого масла с биологически ценными наполнителями (кофе, цикорий, белок, какао, ягоды) и частичной заменой молочного жира растительным маслом.

Эти разработки защищены 7 авторскими свидетельствами, четырьмя патентами.

Все работы проводились по закрытой тематике, многие аспекты до сих пор не подлежат раскрытию. Поэтому технология консервированного стерилизованного сливочного масла будет изложена кратко.

Для производства консервного стерилизованного сливочного масла (КССМ) используется свежее молоко высшего сорта. Исключается использование для получения КССМ привозных сливок. На заводе из свежего молока получают сливки средней жирности (32–38%), с кислотностью плазмы не выше 14 °Т. Высокожирные сливки получают при температуре 71,5–73 °С, но не выше, чтобы исключить дестабилизацию дисперсии сливок. Затем их нормализуют по содержанию влаги и немедленно фасуют в цельноштампованные металлические банки из алюминиевого сплава АМГ-2, покрытые внутри пищевым лаком ЭПИ-5118. Металлические банки перед заполнением продуктом в специальной машине тщательно моются горячей водой, пропариваются острым паром и высушиваются горячим воздухом. Таким же образом обрабатываются крышки банок. Банки с продуктом (нетто 325 и 210 г) герметически укупориваются под вакуумом и непрерывным потоком подаются на стерилизацию. Стерилизацию проводят при температуре 120 °С с выдержкой 30 мин по достижении этой температуры в центре банки. С изменением химического состава масла и нетто упаковки выдержка соответственно изменяется. Благодаря прочной связи глицеридного ядра с липопротеиновой оболочкой в высокожирных сливках, дестабилизации жировых шариков при стерилизации не происходит.

После стерилизации банки ступенчато охлаждаются водой, а затем подвергаются воздушному охлаждению в камере. Режимы ступенчатого охлаждения изменяются в зависимости от химического состава продукта, веса нетто и формы упаковки.

В процессе ступенчатого охлаждения в условиях статики происходит преобразование структуры высокожирных сливок в структуру масла.

Термическими режимами ступенчатого охлаждения регулируются процессы скорости охлаждения и вязкости продукта, изменения агрегатного состояния глицеридов в дисперсии высокожирных сливок, групповой количественный и качественный состав отвердевших глицеридов, дестабилизация жировой дисперсии, формирование структуры и консистенции масла. Для получения гомогенной, пластичной и термоустойчивой консистенции масла необходимо синхронное прохождение всех этих процессов, что достигается на основании знания количественных и качественных их характеристик.

Физико-химические процессы образования вторичной структуры со стабильной термоустойчивой консистенцией масла длятся в воздушной камере 2–3 сут Только после этого масло готово к реализации с гарантийным сроком хранения при нерегулируемых температурах от 5 до 20 °С (не выше 25 °С, чтобы не было отделения жидкого жира) до двух лет.

Аналогов этой технологии преобразования высокожирных сливок в масло в условиях статики в мире нет.

Консервное стерилизованное сливочное масло по технологии Г. В. Твердохлеб с 1976 года используется для снабжения контингентов войск в экстремальных условиях (Афганистан, Чечня), подводного флота, экспедиций геологов и пр.

В 1996 году А. В. Дунаев предложил во ВИНИМС технологию консервного стерилизованного масла. Она практически повторяет разработанную 20 лет назад в Канаде с изменением метода стерилизации высокожирных сливок. Однако технология ВИНИМС не обеспечивает получение консервов, так как после стерилизации продукт проходит охладитель, затем маслообразователь и фасовку, то есть три аппарата и длинный путь после стерилизации. Хотя указывается, что обеспечивается асептическое движение продукта после стерилизации, но практически это неосуществимо.

Топленое масло

До появления сепаратора в России в XIX веке топленое масло в основном вырабатывали перетопкой свежего сливочного масла. Топленое масло отличалось высокой стойкостью при хранении. Его накапливали и партиями направляли через южные порты на экспорт – в Турцию, на Балканы. Оно имело ярко-желтую окраску, крупитчатую консистенцию, выраженный приятный вкус и аромат. Его называли «русским» маслом.

В настоящее время на выработку топленого масла в нашей стране идет подсырное масло, сборное топленое масло, нестандартное сливочное масло и жиросодержащее молочное сырье.

По качеству «русское» масло имеет значительное превосходство в сравнении с топленым маслом, изготовляемым в настоящее время.

Топленое масло представляет собой вытопленный молочный жир, освобожденный от плазмы. В топленом масле массовая доля жира составляет не менее 98%, воды – не более 0,5%. Продукт имеет хорошо выраженный вкус молочного жира и приятный специфический запах; цвет – от белого до светло-желтого, однородный по всей массе, консистенция мягкая, структура зернистая, в расплавленном состоянии это масло прозрачное, без осадка.

Вкусовые пороки масла-сырца, обусловленные изменением плазмы, удаляются при переработке полностью, а связанные с химическими изменениями молочного жира – переходят в топленое масло. Поэтому поступающее на перетопку сырье оценивают по органолептическим и химическим показателям, сортируют. Масло с пороками химического происхождения (прогорклое, салистое и т. п.) перерабатывается отдельно. Если масло сразу не направляется на переработку, то его расплавляют при 28–32 °С с постоянным помешиванием до однородной консистенции и затем хранят не более 15 дней до переработки при температуре не выше 8 °С. Не обработанное таким образом масло можно хранить до перетопки не более 2–3 дней.

При производстве топленого масла применяют методы отстоя, отстоя с сепарированием, сепарирование. На плавление направляют партии масла одного сорта (рис. 21.1).

Сущность классического метода производства «русского» (топленого) масла способом отстоя состоит в отделении жира от плазмы, очистке и формировании крупитчатой консистенции.

Масло перерабатывают в котлах или ваннах с паровым или водяным обогревом. На боковой стенке ванны или котла на разной высоте находятся три крана: через два верхних сливается вытопленный жир, через нижний – оттопки и вода. Перед загрузкой масла в емкость наливают воду в количестве 10–15% массы перетапливаемого жира (при перетопке высококачественного сырья – 25–30%). Воду нагревают до 50–60 °С, после чего загружают масло. После расплавления температуру продукта, в зависимости от исходного сырья, доводят до 70–90 °С. На поверхность рассеивают мелкоразмолотую поваренную соль (3–5% массы жира). В результате растворения соли в воде повышается плотность плазмы, что ускоряет ее осаждение и облегчает отделение жира. Затем масло оставляют в спокойном состоянии до полного осветления на 4–8 ч, а иногда и более длительное время. При этом температура масла не должна опускаться более чем на 15 °С.

Температура перетапливания имеет большое значение. С повышением ее жир лучше отделяется от плазмы, но может подвергнуться изменениям: выделять свободные жирные кислоты, осаливаться и т. п. По-

этому масло с существенными пороками, обусловленными изменениями плазмы, следует перетапливать при температуре 85 °С и выше, а масло без значительных пороков вкуса и аромата – при 75–80 °С.

Конец отстаивания определяют пробой на осветление: масло должно быть чистым, прозрачным. Образующуюся на поверхности пену снимают и используют при повторной перетопке вместе с вытопками. В процессе отстаивания жир частично расслаивается в зависимости от плотности глицеридов. Из легкоплавкого жира получается плохо застывающее масло, напоминающее растительное. Чтобы вся партия масла имела однородную консистенцию, жир следует сливать одновременно из обоих кранов сначала в промежуточный бак, а затем, после охлаждения и перемешивания – в бочки.

После осветления масло пропускают через пластинчатый охладитель, где охлаждают до 35–40 °С и подают на фасовку.

К недостаткам этого способа следует отнести значительную продолжительность процесса, недостаточную его механизацию, периодичность. Длительное отстаивание масла приводит не только к большим затратам времени, но и ухудшает качество продукта еще в процессе производства. Топленое масло, выработанное способом отстаивания довольно быстро осаливается и прогоркает.

Этот метод чаще применяют на мелких предприятиях.

На крупных предприятиях топленое масло вырабатывают способом отстоя и сепарирования (рис. 21.1). При этом способе масло плавят на специальных плавителях (трубчатого типа с рифленой поверхностью) или в емкостях, доукомплектованных горизонтально расположенным пакетом труб с металлическим фильтром-ситом. К пакету труб подводятся пар или горячая вода. Для непрерывности процесса устанавливают два плавителя. В ванне-плавителе расплавленное масло выдерживают около 1 ч при температуре 50–60 °С для частичного отделения плазмы масла от свободного жира.

При производстве топленого масла методом отстоя с сепарированием отделившуюся в плавителе плазму масла направляют последовательно на два молочных сепаратора. В приемник первого сепаратора одновременно подается горячая вода (60 °С) в количестве 50% от объема плазмы. Выделенный сепарированием жировой продукт направляется в плавитель. Жирность отсепарированной плазмы не должна превышать 0,2%. Освобожденный от большей части плазмы жир из плавителя насосом подают в пастеризатор, где он нагревается до 90–95 °С, а затем поступает в емкости для отстаивания в течение 2–4 ч.

Осаждение белков ускоряют, добавляя 4–5% мелкозернистой поваренной соли, которую рассеивают по поверхности продукта по мере на-

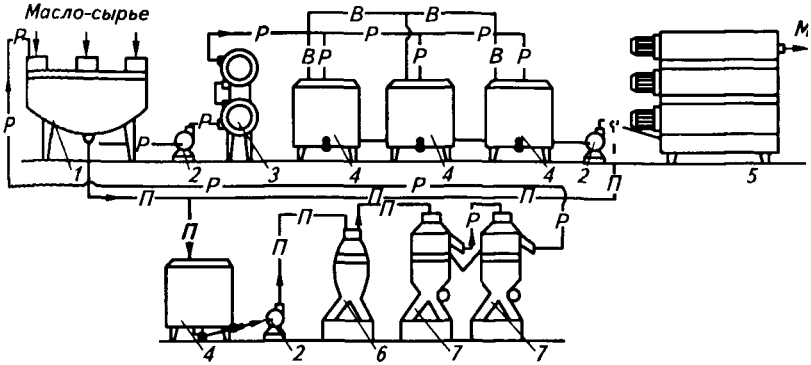


Рис. 21.1. Технологическая схема производства масла методом отстоя и сепарирования:

1 – ванна-плавитель; 2 – насос; 3 – пастеризатор; 4 – ванна-отстойник; 5 – охладитель масла; 6 – центрифуга-очиститель; 7 – сепаратор-жироотделитель; Р – расплавленное масло-сырье; В – горячая вода; М – топленое масло; П – плазма масла

полнения емкости. При переработке масла с выраженными пороками вкуса и запаха его промывают путем орошения продукта водой температурой не ниже 85 °С в количестве 10–25% от количества жира. Отделившуюся плазму масла сливают в промежуточные емкости. Для лучшего отделения жира добавляют около 50% горячей воды (60 °С) и сепарируют. Полученный жир направляют в отстойник плавителя и перерабатывают в общем потоке. Отстоявшийся жир после проверки на осветление подается в охладитель, где охлаждается до 35 °С, а затем – на фасование.

К недостаткам способа следует отнести длительный процесс отстаивания масла, что приводит к химическим изменениям жира и предрасположенности при хранении к осаливанию и прогорканию.

Наиболее прогрессивным является интенсифицированный способ сепарирования, обеспечивающий непрерывность процесса и более высокое качество продукта.

Жир, частично освобожденный от плазмы, пастеризуют при 95 или 110 °С и с помощью молокоочистителя затем очищают от механических примесей и части коагулированного белка, после этого его дважды сепарируют. В приемник первого сепаратора одновременно подают горячую воду (60 °С) и количестве 50–100% массы продукта. Чем ниже качество сырья, тем больше добавляется промывной воды. После первого сепарирования в продукте остается 10–12% влаги, большая часть белков удалена. Затем продукт направляют в промежуточные ванны для выдержки при температуре 90–95 °С в течение 1–2 ч; периодически (2–3 раза) про-

дукт перемешивают для предупреждения пригорания белка к стенкам ванны. Для создания непрерывности процесса устанавливают несколько ванн. Если масло-сырье в пастеризаторе нагревали до 110 °С, продукт после первого сепарирования не выдерживают.

Высокотемпературный нагрев приводит к денатурации белка, образованию ароматических веществ, придающих топленому маслу специфический вкус и запах, и ослаблению эмульгирующей способности системы, что улучшает процесс последующего сепарирования. Для окончательного отделения влаги и белка продукт повторно сепарируют. Воду при повторном сепарировании не добавляют, чтобы не ослабить вкус и аромат, полученные при пастеризации продукта. Производительность сепаратора регулируют на получение массовой доли жира в продукте не менее 98%. При переработке сборного топленого масла можно ограничиться однократным сепарированием при температуре пастеризации 85–90 °С без предварительной выдержки. Продукт охлаждают до температуры 36–40 °С, а в случае фасования в стеклянные банки – до 50–60 °С.

Топленое масло фасуют в металлические фляги массой по 32 кг, стеклянные банки (500, 650 г), металлические банки по 350 г и 2,8 кг, эмалированные и выстланные вкладышами из полимерных материалов бочки по 40 и 44 кг или 80 и 88 кг.

Для получения однородной, выраженной зернистой консистенции топленого масла необходимо обеспечить медленный режим охлаждения, обусловливающий образование относительно малого числа центров кристаллизации, которые постепенно будут увеличиваться до крупки за счет кристаллизующихся групп глицеридов. При этом топленое масло будет иметь ярко-желтую окраску за счет омывающего крупку жидкого жира, в котором сконцентрирован в растворенном виде каротин. Если же процесс охлаждения продукта будет проведен слишком быстро, то это приведет к образованию многочисленных центров кристаллизации, большей степени отвердевания глицеридов жира, крупка не образуется, масло приобретает белесый цвет из-за малого содержания жидкого жира, консистенция получается нехарактерная, мажущаяся.

Чтобы обеспечить получение зернистой структуры топленого масла, деревянные бочки с продуктом помещают в камеру с температурой 4–6 °С, но не выше 10–12 °С в лежачем положении. Чтобы продукт не расслаивался по удельному весу групп глицеридов и их кристаллизация проходила равномерно, бочки через 6, 9 и 12 ч перекатывают. Медленное снижение температуры масла способствует протеканию фракционной кристаллизации и образованию выраженной крупки. Окончательное образование структуры завершается через 2–3 сут, после чего бочки с маслом направляют на хранение при температуре не ниже –6 °С и не выше 4 °С.

Фляги помещают в камеру с температурой 10–14 °С на 1,5–2 сут с медленным перемешиванием через 5–7 ч; стеклянные и металлические банки сначала охлаждают в камере с температурой 20–22 °С в течение 14–18 ч, а затем при 10–12 °С в течение сут. После этого их отправляют на хранение. Срок хранения при температуре от –3 до –6 °С составляет 12 мес. для топленого масла, фасованного в бочки и фляги, и не более 3 мес. при температуре от 0 до –3 °С для фасованного в банки.

В отечественной промышленности наиболее распространен метод производства с сепарированием. Прогрессивный метод двойного сепарирования пока не получил широкого распространения вследствие отсутствия высокопроизводительных саморазгружающихся сепараторов.

Большая работа по совершенствованию технологии топленого масла была проведена З. Х. Диланян, который подробно разобрал недостатки метода отстоя, сократил этот процесс введением 1 г/кг молочной кислоты и получил просветленный отстой жира в течение 1 часа.

Подробно изучены все процессы получения топленого масла с применением сепарирования, влияние промывки водой на вкус и окисляемость жира, особенности кристаллизации глицеридов топленого масла и их влияние на консистенцию продукта, разработан усовершенствованный способ его производства (К. В. Объедков, Г. В. Твердохлеб).

Технология получения молочного жира

Молочный жир имеет чистые вкус и запах; допускается легкий привкус топленого масла. Консистенция плотная, однородная. Цвет равномерный, от светло-желтого до желтого. В расплавленном состоянии он прозрачный, без осадка. Содержание жира в нем не менее 99,8%, влаги – не более 0,2%.

В отличие от топленого масла при выработке молочного жира применяют более низкие температуры обработки расплава, вакуумирование и быстрое охлаждение. Поэтому молочный жир лишен специфического привкуса топленого масла. Он широко применяется в пищевой промышленности, а также для получения его фракций.

Сырьем для производства молочного жира служит сливочное и подсырное масло с высококачественной жировой фазой. Сырье расплавляют в плавителе при 50–55 °С (рис. 21.2). Если в качестве сырья используют сливочное масло, то частично осаждают плазму. Если же на выработку поступает масло, выработанное методом сбивания, продукт в теплообменник поступает по мере расплавления. Расплав масла-сырца пастеризуют при температуре 95 °С без выдержки, что обеспечивает полное разрушение ферментов, которые могут вызвать процессы порчи жира при хранении. Затем горячий расплав очищается на молокоочисти-

теле от механических примесей и хлопьев белка и подвергается двукратному сепарированию.

Если в масле-сырце было высокое содержание плазмы, сепарирование проводят в смеси с горячей водой (1:1). Жирность плазмы после первого сепарирования не должна превышать 0,3%, а после второго – 0,15%. Производительность сепаратора устанавливают на получение массовой доли жира в продукте 99,4%.

После второго сепарирования жир обрабатывают в вакуумдезодораторе при температуре 80–90 °С и остаточном давлении 0,04–0,05 МПа. После такой обработки массовая доля жира в продукте составляет не менее 99,8%. Затем жир охлаждают в закрытом потоке до температуры 14–18 °С и фасуют в стеклянные банки массой 500 и 650 г, в жестяные – от 4 до 8 кг и в монолиты по 20 кг (картонные ящики с вкладышем из полимерного материала). Хранят только в монолитах при температуре не выше 5 °С не более 12 мес.

Получение фракций молочного жира

При медленном охлаждении молочный жир отвердевает по фракциям (группам глицеридов). Свойства отдельных фракций отличаются от свойств цельного молочного жира. Каждая фракция в силу химической и структурной общности входящих в нее глицеридов может рассматриваться как самостоятельная фаза глицеридной системы. Выделено было 7 фракций с температурами плавления от 6,8–14 °С (7 фр.) до 44,3–50,1 °С (1 фр.) (Г. В. Твердохлеб).

Содержание фракций изменялось в зависимости от времени года: летом увеличивалось содержание жидких фракций при комнатной температуре (5, 6, 7 фр.) до 52–57%, соответственно твердых (1, 2, 3, 4 фр.) – уменьшалось до 42%, а в зимний период года, наоборот, содержание жидких фракций снижалось до 21%, а твердых – увеличивалось до 79%.

Фракционный состав молочного жира определяет его физико-химические свойства, технологические режимы производства масла. Г. В. Твердохлеб и Т. А. Степаненко (1960–1977 гг.) глубоко изучили свойства фракций молочного жира и разработали методы их выделения из расплава жира. Были предложены методы использования отдельных фракций молочного жира в производстве молочного шоколада, регулирования жирнокислотного состава детских молочных продуктов, диетических молочных продуктов, мороженого, кремов, масла.

Фирма «Альфа-Лаваль» выпускает производственные линии для промышленного фракционирования молочного жира. Процесс включает кристаллизацию расплава чистого обезвоженного молочного жира, смешивание его с водным раствором поверхностно-активных веществ, раз-

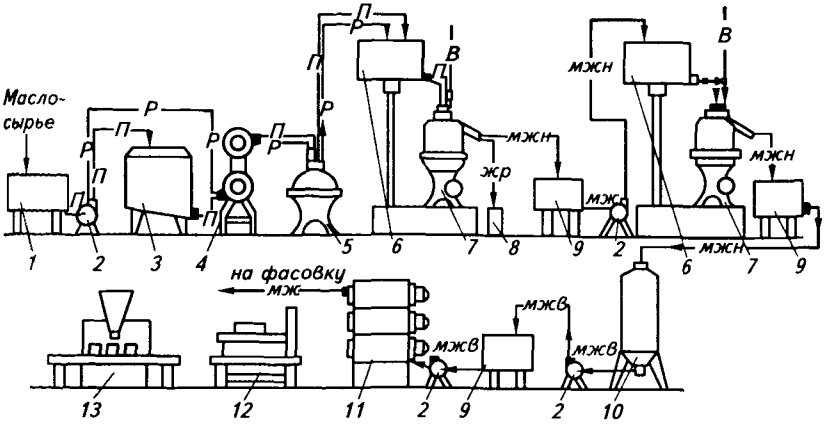


Рис. 21.2. Технологическая схема производства молочного жира:
1- ванна-плавитель; 2 – насос; 3 – промежуточная ванна; 4 – теплообменник; 5 – центрифуга-очиститель; 6 – промежуточный бачок; 7 – сепаратор-жироотделитель; 8 – промежуточный резервуар; 9 – ванна; 10 – дезодорационная установка; 11 – охладитель; 12 – весы для взвешивания коробов с продуктом; 13 – автомат для мелкой фасовки продукта; П – плазма; Р – расплавленное масло; В – горячая вода; жр – жир, выделенный из плазмы; мжн – молочный жир невакуумированный; мж – готовый продукт (молочный жир)

деление смеси на сепараторе, промывку водой и сушку под вакуумом.

Чистый расплавленный молочный жир температурой 45–50 °С поступает в резервуар для кристаллизации, где охлаждается до 20–24 °С и выдерживается примерно 6 ч. Для обеспечения поточности производства линии устанавливают несколько таких резервуаров. К концу кристаллизации в емкости подают поверхностно-активные вещества в виде водного раствора (используется различие поверхностного натяжения между кристаллами и жидким жиром). Далее кристаллы молочного жира измельчают, смесь подают на сепаратор.

Смесь включает три фазы: легкую маслянистую жидкость, промежуточную фазу раствора поверхностно-активных веществ и тяжелые суспензированные кристаллы, что усложняет разделение и требует сепараторов специального типа и двойного сепарирования твердой фазы. После сепарирования фракции нагревают, промывают водой и сушат под ваккумом. Таким способом происходит разделение молочного жира на две фракции. Можно получить большее количество фракций, если после отделения первой закристаллизовавшейся фазы жидкую фракцию охладить и вновь разделить. Количество фракций и температура разделения обусловливается физико-химическими свойствами фракций.

Рафинированное масло

Рафинированное масло представляет собой жировой концентрат, используемый для выработки различных жировых продуктов. Рафинированное масло должно содержать жира не менее 98% и не более 1% влаги. Консистенция его крупнозернистая.

Молоко, направляемое на выработку рафинированного масла, сепарируют до получения сливок жирностью 45–55%. В сливки добавляют воду, нагретую до 90 °С и выше, или 3%-ный раствор соли и после этого сепарируют вторично при температуре не ниже 65 °С. При этом скорость подачи их в сепаратор уменьшают в два раза, а регулировочный винт устанавливают так, чтобы получить сливки 70–75%-ной жирности. Высокожирные сливки при постоянном помешивании охлаждают в воде со льдом до температуры 7–10 °С летом и 10–15 °С зимой.

Охлажденные сливки выдерживают 6 ч до отвердевания и затем быстро нагревают в кипящей воде. При этом жир плавится и отделяется от плазмы. Массу снова сепарируют при температуре не ниже 65 °С при уменьшенной в 3–4 раза скорости притока ее в сепаратор. Вновь полученные сливки имеют вид расплавленного масла и содержат 93–97% жира. Полученное масло рафинируют отстоем или повторным сепарированием.

Рафинированное масло, перемешивая, охлаждают в воде до получения зернистой структуры. В зависимости от состава жира температура охлаждения составляет от 17 до 22 °С. Охлажденное рафинированное масло упаковывают в деревянные бочки так же, как топленое. Хранить его до отправки на базу или в холодильник следует не более 6 дней при температуре не выше 6 °С.

Рафинированное масло можно получить и из сливочного масла высших сортов. Для этого исходное масло расплавляют в ваннах, обогреваемых паром, пастеризуют при 80 °С и сепарируют. Полученное масло содержит 0,3–0,8% плазмы. Для получения сухого масла жир высушивают в вакуум-дозаторах, где он стекает тонким слоем по обогреваемым стенкам камеры. Высушенный жир охлаждают рассолом на вращающемся барабане и фасуют в герметичную тару.

Восстановленное масло

Восстановленное масло получают плавлением и очисткой молочного жира с последующей обработкой его совместно с молоком. Имеется несколько способов производства, и все они основаны на замене плазмы низкосортного и сборного сливочного масла доброкачественной свежей плазмой.

Сырье сортируют. Масло с пороками плазмы (старым, нечистым, кислым и другими пороками вкуса) неоднократно промывают водой.

Следует отметить, что пороки вкуса и запаха, обусловленные изменениями жира, при выработке восстановленного масла не устраняются.

Отсортированное масло разрезают на куски по 100–200 г и плавят при 35–40 °С, добавив предварительно пятикратное количество теплой воды. При высокой кислотности исходного масла следует внести также 1–2 л 10–15%-ного известкового молока на 100 кг масла.

Смесь сепарируют при 45–50 °С. Полученный жир вновь промывают водой и повторно сепарируют. Чтобы получить чистый молочный жир, сепарирование иногда требуется повторить 3–4 раза. Рафинированный жир смешивают при 40 °С со свежим цельным или обезжиренным молоком либо пахтой до получения смеси 40%-ной жирности, которую гомогенизируют при давлении 10–20 МПа. После гомогенизации диаметр жировых шариков не должен превышать 10 мкм, иначе эмульсия окажется нестойкой, а масло приобретет крупитчатую консистенцию. При слишком высокой степени дисперсности увеличиваются потери жира при сбивании.

Для повышения стойкости эмульсии в нее можно вносить вещества, увеличивающие вязкость, например закваску. Далее гомогенизированную смесь пастеризуют, подвергают созреванию и сбивают, как сливки.

На линии преобразования высокожирных сливок в масло молочный жир подогревают в двухстенной ванне до 45–50 °С и при беспрерывном перемешивании вносят пастеризованное молоко в таком количестве, чтобы смесь содержала не более 16% воды. Через центробежный насос, который играет роль эмульсора, смесь направляют в цилиндрический маслообразователь. При выработке из жира кислосливочного или соленого масла, а также масла с наполнителями в ванну вносят также соответствующие компоненты.

Восстановленное масло можно получить также смешиванием жира с плазмой. Молочный жир, выработанный из высокожирных сливок или сливочного масла, должен быть получен при температуре не выше 60 °С, чтобы он не приобрел привкуса топленого масла. Массовая доля воды в нем не должна превышать 1%.

После плавления молочный жир смешивают с пастеризованным молоком, доводя содержание воды до 16%. Эту смесь при 40 °С эмульгируют, пропуская через центробежный насос, и направляют в маслообразователь. Масло фасуют в монолиты (20 и 24 кг) и брикеты массой нетто 100, 200, 250 г. Срок хранения при отрицательных температурах монолитов – до 30 сут, брикетов – до 20 сут при фасовке в кашированную фольгу и до 10 сут – в пергамент.

Разработана технология восстановленного сливочного масла (целинное) методом преобразования высокожирных сливок на основе ис-

пользования топленого масла и цельного молока или сливок, подвергнутых специальной термообработке (Ю. В. Хмельницкий, Ф. А. Вышемирский, 1987 г.). Оптимальное содержание жира в масле 72,5%, молочной плазмы 27,5%.

Подсырное масло

Подсырное масло вырабатывают из сливок, полученных сепарированием сыворотки из-под сыра и жирного творога. Для получения 1 кг сливок необходимо просепарировать примерно 30–80 кг сыворотки. Затем низкожирные сливки подвергают повторному сепарированию для повышения их жирности до 25–28%. Последующие операции выработки подсырного масла ведутся так же, как при производстве обычного сливочного масла. Поскольку в сыворотку отходят преимущественно легкоплавкие глицериды жира, то для получения оптимальной степени отвердевания жира все температурные режимы (физического созревания и сбивания сливок, обработки масла) должны быть несколько ниже.

Зерно подсырного масла 2–3 раза промывают, чтобы уменьшить специфический привкус сыворотки. Если подсырные сливки перерабатывают не сразу, а по мере накопления, то целесообразно внести в них закваску чистых культур молочнокислых бактерий, так как длительное хранение сливок без сквашивания приводит к их разложению. Сбивают подсырное масло в специально выделенном маслоизготовителе, неиспользуемом для выработки сливочного масла.

Подсырное масло предназначается в основном для выработки топленого масла.

Хранят подсырное масло на заводах до 20 сут, а на маслобазах и в цехах переработки – от 30 до 40 сут при температуре не выше 5 °С и относительной влажности менее 80%; при температурах от –10 до –15 °С – до 2 мес.

Глава 22. Фасование, упаковывание, транспортирование и хранение масла

Фасование, упаковывание и маркирование

Перед отправкой на реализацию с целью предохранения продукта от загрязнения и воздействия внешних факторов, а также для придания ему товарного вида масло фасуют и упаковывают. От вида и качества упаковки и упаковочных материалов зависят стойкость масла при хранении, его устойчивость к влиянию внешних условий и степень усушки.

Упаковочный материал должен быть не только привлекательным и удобным для использования, но и безвредным, не придавать маслу посторонних привкусов и запахов, обладать газо-, свето-, паро- и жиронепроницаемостью, иметь достаточную механическую прочность и эластичность, низкое содержание меди и пероксидаз.

Лучшим упаковочным материалом является алюминиевая фольга, кашированная пергаментом или подпергаментом. Она плотно прилипает к поверхности масла без воздушных прослоек, защищая продукт от усушки, возникновения штаффа, влияния света. Уступает кашированной фольге, применяемой для упаковывания масла, пергамент марки А: по сравнению с кашированной фольгой повышается усушка в 4–6 раз, почти в 10 раз увеличивается глубина штаффа при хранении масла. Перспективными для упаковки являются полимерные пленки (повиден, стабилизирующая пропиленовая, синтетическая бумага уполар), предохраняющие масло от усушки, окислительных процессов, способствующие сохранению ароматических веществ в продукте. Монолиты масла, упакованные с использованием вкладышей из пленки повиден и синтетической бумаги уполар, нельзя хранить длительное время при положительной температуре (5±1) °С во избежание плесневения.

Применение для упаковывания мелкофасованного масла жировлагостойкой бумаги вместо пергамента способствует снижению усушки масла. Ее можно применять наряду с пергаментом и вместо него.

Для масла с пониженным содержанием жира используют стаканчики и коробочки из полистирола (УПМ-0503). Лучшим упаковочным материалом для мелких порций масла от 5 до 30 г являются алюминиевая фольга и полихлорвиниловые чашечки.

Сливочное масло для оптовой торговли упаковывают в деревянные и картонные ящики по 20 и 25,4 кг, масло с наполнителями – по 10 и 20 кг. Большое внимание уделяется значительному повышению выпуска масла в мелкофасованном виде (по 500, 250, 200, 30, 20, 15 и 10 г).

Бочки для упаковывания масла изготовляют из чисто остроганной буковой клепки. Древесина бука легкая, прочная, обладает стойкостью к

плесневению и малой гигроскопичностью. Кроме буковой, можно использовать еловую, осиновую, березовую и липовую клепку.

Для ящиков используют гладко остроганные сухие доски из выдержанной ели или пихты, а также доброкачественную трехслойную березовую или ольховую фанеру, склеенную казеиновым клеем. Внутренние стенки бочки перед фасованием покрывают казеиновым клеем, а ящики выстилают пергаментом марки А, который в соответствии со стандартом должен быть жиро- и водонепроницаемым, обладать высокой механической прочностью, не содержать мышьяковистых соединений и солей тяжелых металлов.

Фасовать и упаковывать масло следует при температуре 10–12 °С летом и 12–14 °С – зимой, когда оно обладает хорошей упругостью и достаточной плотностью. В процессе фасования необходимо внимательно следить за тем, чтобы не допускать пустот в монолите масла, а также между маслом и упаковочным материалом. Наличие пустот и «раковин» может привести к раннему плесневению.

Рекомендуется перед фасованием масло из маслоизготовителей периодического действия, особенно с повышенным содержанием влаги, гомогенизировать во избежание выпрессовывания влаги во время фасования. Из маслоизготовителей непрерывного действия масло желательно направлять на фасование с температурой 12–15 °С в весенне-летний период и 13–16 °С – в осенне-зимний. Бутербродное масло фасуют в брикеты при температуре не выше 16–17 °С. Когда масло фасуют в брикеты, его предварительно охлаждают до 11–13 °С. Затем оно поступает в структурообразователь, где около 3 мин сначала находится в относительном покое, а затем подвергается механической обработке экструзионным образом и подается в бесшнековый фасовочно-укупорочный автомат М6-АР2М производительностью 70–95 брикетов в минуту.

При малом содержании воздуха масло не прилипает к упаковочному материалу и лучше фасуется.

В процессе длительного хранения масла происходит некоторая его усушка, поэтому при фасовании дают надбавку к массе нетто. При фасовании масла в бруски допускается отклонение массы ±1%. Бруски укладывают в картонные ящики, которые заклеивают. Фасовать в брикеты масло, ранее выдержанное в холодильнике, нежелательно, так как это способствует резкому ускорению микробиологических и химических процессов порчи масла. Для мелкого фасования используют свежевыработанное масло. Ранее хранившееся масло перед фасованием необходимо медленно разморозить до температуры 6–8 °С. Иногда из такого масла выделяется влага, что ведет к значительным потерям в массе (до 2%). Это связано с тем, что в процессе хранения происходит дополнительное

отвердевание глицеридов жира и вторичное структурообразование. В результате уплотнения консистенции влагоемкость масла снижается и диспергированные капли влаги частично сливаются.

Формование ускоряет процесс выделения свободной влаги. Поэтому в размороженном масле перед фасованием желательно диспергировать влагу путем гомогенизации или текстурации. При этом начальная структура масла не восстанавливается и влаги выделяется больше, чем при обработке свежевыработанного масла. Чем интенсивнее механическое воздействие на масло и выше температура, тем меньше выжимается влаги.

Оптимальная температура выдержки и фасования кислосливочного масла составляет 13–16 °С. При более высоких температурах бруски деформируются, прилипая к стенкам формующих приспособлений, увеличиваются отклонения в их массе. Сладкосливочное масло перед гомогенизацией выдерживают в маслохранилище для охлаждения до 4–8 °С. Масло, полученное на поточных линиях, можно гомогенизировать после выдержки при температуре 8 °С в течение 2–3 сут. Такое масло следует фасовать немедленно после гомогенизации.

Существует множество автоматов для фасования масла, особенно мелкого. Достоинством таких автоматов является бесступенчатое регулирование производительности, что важно для производства масла непрерывным способом. Таким требованиям отвечают отечественный аппарат АРМ и некоторые зарубежные. Также важна универсальность оборудования для использования различных упаковочных материалов. В германских автоматах РИ объединения «Нечемса», типа 8362 фирмы «Benhil» предусмотрено упаковывание масла в пергамент и алюминиевую каширированную фольгу; упаковывание в пластмассовый полимерный материал при глубокой вытяжке – автоматами VA-11 и VA-11-S фирмы «Hassia». Автоматы некоторых фирм фасуют продукт в брикеты, стаканчики, коробки (круглые, прямоугольные, шестигранные). При этом можно использовать пластмассовый мягкий или жесткий упаковочный материал и придать ему форму цилиндра, усеченного конуса и т. д.

В большинстве автоматов масло подается нагнетательными шнеками, что обусловливает вработку в продукт воздуха и ухудшает дисперсность в нем влаги. Подача масла и упаковывание под вакуумом или в среде нейтрального газа позволяет избежать этих недостатков.

Для укладки брикетов масла в картонные ящики используют отечественный автомат типа М6-АУ5, для крупноблочной упаковки полуавтомат типа М6-АУБ, автомат типа М6-ОРГ. Для обандероливания картонных ящиков наиболее приемлем автомат типа А-655 фирмы «Любек».

На заводе маркировку наносят на обе торцевые стороны ящика с маслом (на верхней крышке бочки) по трафарету с указанием: регистра-

ционного номера завода-изготовителя, порядкового номера сбойки (ванны) и номера ящика с начала каждого месяца нарастающим итогом, даты выработки, вида и сорта масла, массы единицы упаковки, регистрационного номера маслобазы, отгружающей масло, номера стандарта или технических условий. Если масло упаковывают во фляги, то на них навешивают бирку с обозначением требуемых реквизитов.

На брикетах масла на одной стороне упаковки типографским способом специальной краской печатают наименование ведомства, наименование или регистрационный номер предприятия, фасовавшего масло, массу нетто, вид масла, сорт, дату фасования, номер действующего стандарта или технических условий, срок реализации. Регистрационный номер завода и дату фасования можно наносить компостером.

Масло, упакованное в металлические (стеклянные) банки, маркируют, наклеивая художественно оформленную этикетку или нанесением соответствующих данных литографическим методом на корпус металлической или крышку стеклянной банки.

Маркировку наносят четко, аккуратно, устойчивой краской (черной или черно-коричневой) без запаха.

Хранение и транспортирование масла

Упакованное масло сразу же помещают в маслохранилище, где его хранят до отправки на базу или холодильник при температуре от –4 до –6 °С и относительной влажности воздуха не более 80%. Более высокая влажность способствует развитию плесени.

Маслохранилище должно быть чистым, сухим, с хорошей вентиляцией. Его вместимость должна соответствовать максимальной 3–4-суточной производительности маслозавода. На 1 м^2 пола маслохранилища размещают 8–12 бочек или 16–20 ящиков. Ящики с маслом укладывают на прокладки из досок, оставляя между рядами промежутки в 5–10 см. Это обеспечивает циркуляцию воздуха и предупреждает отсыревание тары.

Масло в маслохранилище рекомендуется хранить при отрицательных температурах: в монолитах – не более 10 сут; в брикетах, уложенных в ящики, – не более 5 сут; при положительных температурах (0–5 °С) – соответственно не более 5 и 3 сут. Крупные монолиты бутербродного масла рекомендуется хранить при температуре около 0 °С (от –3 до 5 °С) не более 5 сут, а масло с наполнителями, ярославское, чайное – не более 3 сут.

Мелкофасованное крестьянское и бутербродное масло нельзя хранить при температуре ниже –5 °С во избежание укрупнения капель плазмы и появления крошливости, а масла с наполнителями – во избежание изменения интенсивности окраски.

Масло, выработанное методом преобразования высокожирных сливок, претерпевает значительные изменения структуры и консистенции в

первый период хранения. Если масло имеет излишне мягкую консистенцию, его целесообразно 3–5 сут выдержать в предкамере с температурой 5–10 °С для прохождения и завершения процессов кристаллизации высоко- и среднеплавких глицеридов и тиксотропного упрочнения структуры. Масло с низкой термоустойчивостью желательно выдержать 3–5 сут при температуре 10–15 °С для завершения раздельного выкристаллизовывания наиболее высокоплавких глицеридов, образующих каркас структуры и повышающих формоустойчивость масла.

В зависимости от продолжительности хранения масло направляют в камеры холодильников с температурой от –7 до –30 °С. Если масло закладывают на хранение сроком более 3 мес., температуру хранения устанавливают от –12 до –48 °С, сроком более года – от –20 до –30 °С. Тонко диспергированная влага не замерзает даже при –20 °С. Если же влага диспергирована недостаточно хорошо, то при замерзании монолит масла может растрескаться. При температуре от –12 до –20 °С практически прекращается развитие микроорганизмов и затормаживаются биохимические процессы. Развитию биохимических процессов способствует диспергирование плазмы, поэтому для длительного хранения в условиях почти замерзшей плазмы закладывается масло с меньшей степенью диспергирования. Качество масла при этом не изменяется в течение 2–3 лет.

Из маслохранилищ масло перевозят в бортовых автомашинах или специальных авторефрижераторах, а по железной дороге – в рефрижераторных вагонах. При транспортировании масло необходимо предохранить от загрязнения, пыли, дождя, нагревания. Летом его желательно перевозить в прохладное время. Следует учитывать также, что масло легко воспринимает посторонние запахи, поэтому необходимо предпринимать соответствующие меры предосторожности.

Перед перевозкой кузов автомашины тщательно промывают, просушивают, выстилают брезентом и покрывают полотном. Загруженное в кузов масло также закрывают сначала полотном, затем войлоком и брезентом.

В рефрижераторных вагонах поддерживается температура в пределах от –5 до –3 °С. На полу укладывают решетчатые щиты, благодаря чему холодный воздух омывает бочки и ящики с маслом со всех сторон. Периодически вагоны-ледники моют и дезинфицируют. Изменения температуры воздуха в вагонах-ледниках фиксируется термографами.

По прибытии к месту назначения масло немедленно выгружают из вагона и направляют в холодильники. Практикуется формирование ящиков с маслом в пакеты на плоских деревянных поддонах перед закладкой в железнодорожный вагон, что повышает уровень механизации на 50% и ускоряет погрузку продукта.

Стойкость масла

Длительное хранение заметно изменяет вкус и запах сливочного масла. При положительных температурах хранения уже через короткое время отмечаются ослабление аромата и появление привкуса старого (лежалого) масла. В дальнейшем возникают пороки вкуса, обусловленные глубокими изменениями жира и других компонентов масла. При отрицательных температурах хранения этот процесс проходит медленнее, однако, и в этом случае стойкость масла ограничена.

Изменения качества масла связаны с активизацией микробиологических, ферментативных и химических процессов. Содержащиеся в масле растворенные углеводы и коллоидный раствор белка создают благоприятную среду для развития его естественной микрофлоры. Одни микроорганизмы преимущественно воздействуют на белковые вещества, что приводит к появлению нечистого, гнилостного, сырного и рыбного привкусов, другие – на лактозу, вызывая кислый и дрожжевой привкусы, третьи – на молочный жир, способствуя его прогорканию.

На качественные изменения масла большое влияние оказывает кислород воздуха, действующий как окислитель жира и других входящих в масло веществ. Катализаторами окислительного процесса могут выступить различные металлы, содержащиеся в масле. Молочная кислота, поваренная соль в высоких концентрациях, продукты распада жиров, белков и углеводов также проявляют себя как химические агенты, способствующие порче масла.

Ускоряют процесс порчи масла и физические факторы, в частности свет и особенно температура. Существенную роль в этом процессе играют ферменты. Следует отметить, что скорость протекания гидролитических и окислительных реакций возрастает при одновременном действии различных факторов.

Изменения жира заключаются преимущественно в его гидролизе и последующем окислении продуктов гидролиза. Различают три основные формы изменения жира: прокисание, прогоркание, осаливание. Сущность этих изменений рассмотрена при описании отдельных пороков масла.

Белки, которые являются основным элементом азотистого питания микроорганизмов, легко расщепляются под действием выделяемых ими ферментов. Степень распада белков в масле определяется содержанием водорастворимого белка. В результате разложения белков плазмы гнилостными бактериями в масле образуются пороки вкуса, в том числе рыбный. При отсутствии гнилостной микрофлоры распад белков плазмы незначителен.

Изменение лактозы протекает главным образом в направлении молочнокислого брожения, но наряду с этим могут происходить и иные виды брожения – маслянокислое, спиртовое, пропионовокислое. Образующаяся молочная кислота при повышенных концентрациях вызывает в масле различные химические изменения, из которых особо важную роль играет окисление. Она расщепляет лецитин до триметиламина, придающего маслу рыбный вкус. Однако в небольших концентрациях молочная кислота препятствует развитию гнилостной микрофлоры.

Внесение в масло в процессе обработки 0,05–0,1% питьевой соды или 0,1–0,3% динатрийфосфата повышает сохранность масла, смещая pH в щелочную сторону.

Спиртовое брожение молочного сахара, ограничивающее развитие многих вредных микроорганизмов, следует, тем не менее, рассматривать как нежелательное, так как оно придает маслу дрожжевой вкус. Кроме того, образующийся диоксид углерода, растворяясь в плазме масла, может проявить себя как химический агент.

Предохранять масло от плесневения и порчи можно с помощью некоторых культур дрожжей, которые задерживают развитие плесеней и гнилостных бактерий, понижают окислительно-восстановительный потенциал и, возможно, выделяют антибиотики. Благодаря специальному подбору молочнокислых культур и дрожжей, не придающих маслу дрожжевого привкуса, удалось значительно повысить его стойкость.

Дрожжи поступают на заводы в виде смывов в стерильном солевом растворе, сухих культур, а также в виде жидких комбинированных заквасок в смеси с молочнокислыми бактериями. Смывы и сухие культуры дрожжей используют при выработке сладкосливочного масла. При выработке кислосливочного масла применяют жидкие комбинированные закваски, которые приготавливают так же, как и обычные молочнокислые. После образования сгустка закваску выдерживают 6 ч при 16–18 °С и дополнительно 8–10 ч при температуре ниже 10 °С. Этой закваской сквашивают сливки.

Изменения лецитина и других фосфатидов заметно сказываются на качестве масла, хотя их количество в продукте едва превышает 0,01%. Установлено, что окислительный процесс в жире начинается с лецитина и дальше переходит на глицериды. Он усиливается в присутствии железа или меди и при недостатке в масле природных антиокислителей.

Продукты распада лимонной кислоты, придающие аромат свежему маслу, в дальнейшем могут стать источником его порчи. Так, диацетил ускоряет осаливание жира и его прогоркание.

Поваренная соль, образуя в масле растворы высокой концентрации, понижает температуру замерзания плазмы и создает благоприятные ус-

ловия для развития микроорганизмов. Кроме того, она способствует концентрированию влаги в масле. Рассол также растворяет лецитин, благодаря чему ускоряется его распад.

Среди факторов, влияющих на качество масла при хранении, важное место занимает температурный режим. С повышением температуры хранения активность всех процессов – микробиологических, химических и ферментативных – усиливается, причем на первое место выдвигаются микробиологические факторы.

Отрицательные температуры значительно сокращают объем протекающих в масле изменений, но все же не обеспечивают полной стабильности качества продукта. Экспериментальные наблюдения и производственный опыт показали, что бактериальные процессы прекращаются при температуре хранения масла –18 °С и ниже.

Сквашивание и посолка масла ограничивают лишь микробиологические процессы, но содействуют протеканию физико-химических.

Затормозить микробиологические и физико-химические процессы порчи масла при хранении можно освобождением масла от кислорода, а также использованием герметической упаковки. Наличие воздуха в масле зависит от условий производства. Обычно масло содержит 2–3% воздуха (к своему объему). Количество воздуха повышается при усиленной механической обработке. Масло с высоким содержанием воздуха приобретает рыхлую консистенцию и является благоприятной средой для развития плесени, а также аэробных микроорганизмов. При повышении содержания воздуха увеличиваются также поверхности раздела между воздухом и жиром, воздухом и плазмой, вследствие чего значительно усиливаются окислительные процессы.

Установлено, что при сбивании сливок в атмосфере углекислого газа стойкость масла повышается значительно. Несколько лучше сохраняется масло в атмосфере азота. Высокой стойкостью характеризуется масло, полученное в вакуум-маслоизготовителях и укупоренное под вакуумом в герметичную тару.

Для предотвращения окислительных процессов в масло вносят защитные вещества – антиокислители. Антиокислителями являются витамины Е и С, эфиры малеиновой кислоты, фосфатиды. Установлено, что витамины Е и С значительно задерживают порчу масла, предупреждая в нем образование пероксидов и других продуктов окисления жира. Антиокислительными свойствами обладает и сама плазма масла. Эти свойства проявляются особенно активно при высокой степени дисперсности плазмы. Мелкое дробление влаги ограничивает также бактериальные процессы.

Глава 23. Оценка качества и пороки масла

Оценка качества масла

Качество масла оценивают на основании химических и органолептических, а некоторых видов масла – и микробиологических показателей. Из химических показателей определяют содержание влаги, соли для соленого масла и иногда СОМО. Химические анализы проводятся не позднее чем через 2 ч после отбора проб.

Оценку качества масла начинают с внешнего осмотра тары, при этом обращают внимание на правильность нанесения маркировки. Затем отбирают для экспертизы контрольные пробы. Перед отбором пробы осматривают поверхность масла, отмечая наличие плесени, и проверяют плотность фасования. Масло в момент органолептической оценки должно иметь температуру 10–12 °С. Пробу отбирают щупом и в первую очередь проверяют запах и вкус масла – основные показатели его качества. Затем определяют консистенцию, обработку, внешний вид, цвет и посолку масла в соответствии с действующими государственными стандартами или ТУ на данный вид масла. Имеются корреляционные связи между органолептическими и физико-химическими характеристиками качества продукта. В настоящее время органолептическую оценку сочетают с инструментальными методами оценки этих показателей – структурно-механическими и хроматографическими.

Оценка масла проводится по 100-балльной шкале, каждому показателю отводится следующее предельное количество баллов: вкус и запах – 50, консистенция, обработка и внешний вид – 25, цвет – 5, посолка – 10, качество упаковывания – 10. Каждый из этих показателей оценивают в пределах отведенного ему количества баллов в соответствии с таблицей скидки баллов за обнаруженные дефекты (по ГОСТу). При наличии двух и более дефектов по каждому показателю скидка проводится по наиболее обесценивающему дефекту. Если масло несоленое, то за посолку условно дается оценка 10 баллов. Оценки по каждому показателю суммируют и по сумме баллов определяют сорт масла. Масло высшего сорта должно иметь оценку от 88 до 100 баллов, при этом оценка по вкусу и запаху должна быть не менее 41 балла; масло первого сорта от 80 до 87 баллов и не менее 37 баллов по вкусу. На сорта подразделяют масло с традиционным химическим составом и любительское. Вологодское и другие виды масла на сорта не подразделяют.

Пороки вкуса и запаха

Эти пороки наиболее обесценивают масло, причем одни пороки могут переходить в другие. Одни из них проявляются сразу же после вы-

работки, а другие возникают в процессе хранения и со временем усиливаются. Причинами пороков могут быть неправильное кормление животных, нарушения в технологии, микробиологические и химические процессы, протекающие при хранении.

Невыраженный (пустой) вкус и слабый аромат чаще отмечаются в вологодском и кислосливочном масле. В вологодском масле они возникают при недостаточной пастеризации сливок (пониженные температуры, недостаточная выдержка) или их излишней дезодорации. В кислосливочном масле порок возникает при слабой активности ароматообразующих бактерий закваски. Чаще этот порок встречается в кислосливочном масле, выработанном способом преобразования высокожирных сливок.

Кормовые привкусы переходят в масло из молока, получаемого при скармливании коровам кормов, обладающих специфическими привкусами, и при несоблюдении правил получения молока на ферме.

Посторонние привкусы и запахи появляются при абсорбировании маслом пахучих веществ, химикатов, смазочных масел, лекарств, нефтепродуктов и пр. Они могут перейти в масло из молока или появиться в процессе хранения и транспортирования. Запах лекарств переходит в масло в основном при лечении коров. Остальные запахи – вследствие несоблюдения правил производства, транспортирования и хранения.

Так, запах бензина возникает при перевозке масла в открытых кузовах автомашин.

Пригорелые вкус и запах возникают вследствие появления на стенках пастеризатора пригара. Это может произойти при использовании сливок с повышенной кислотностью плазмы, при недостаточном перемешивании сливок в пастеризационных ваннах.

Металлический привкус с вяжущим, резким оттенком связан с наличием солей меди и железа. Они образуются в результате воздействия молочной кислоты на металл посуды, а также при использовании недоброкачественной промывной воды. Порок чаще встречается в кислосливочном масле, так как металлы лучше растворяются в кислой среде. Порок быстро прогрессирует, способствует возникновению других пороков химического происхождения, так как соли тяжелых металлов их катализируют.

Кислый вкус обусловлен развитием молочнокислой микрофлоры. Появление этого порока в сладкосливочном масле показывает, что при пастеризации не была достигнута требуемая бактериальная чистота сливок. Этот порок может появиться также при повышенных температурах физического созревания или недостаточном охлаждении масла в маслохранилище. Излишне кислый вкус в кислосливочном масле возникает при переквашивании сливок и плохой промывке масла. Этот порок не

следует смешивать с прокисанием, являющимся начальной стадией прогоркания: при кислом и излишне кислом вкусе масла повышается кислотность плазмы, а не жира.

Привкус топленого масла – технический порок, появляющийся вследствие вытапливания жира при длительной пастеризации жирных сливок, при двойной пастеризации, при попеременном нагревании и охлаждении, при быстром оттаивании сливок, то есть во всех тех случаях, когда создаются условия для дестабилизации жировой дисперсии и вытапливания жира.

Нечистые вкус и запах являются пороками микробиологического происхождения и чаще встречаются в сладкосливочном несоленом масле, реже в соленом и кислосливочном, так как молочная кислота и поваренная соль задерживают развитие гнилостных процессов. Эти пороки характеризуют начальную стадию развития посторонней микрофлоры в масле. В свежем продукте порок отмечается при переработке сырья низкого качества и неудовлетворительном санитарно-гигиеническом состоянии производства.

Затхлый, сырный, гнилостный привкус являются результатом хранения сливок в закупоренных емкостях (флягах), в сырых, затхлых помещениях, при скармливании животным недоброкачественных плесневелых и прелых кормов. Но чаще этот привкус является следствием микробиологических процессов порчи, возникающих при несоблюдении санитарно-гигиенических условий получения и хранения сырья. Затхлый, сырный, гнилостный привкусы характеризуют различные стадии одного и того же порока, связанного с распадом белка в результате жизнедеятельности гнилостной микрофлоры. Сначала возникает старый, лежалый привкус, который еще называют мозглым или затхлым. Далее масло приобретает запах созревающего сыра, а затем – гнилостный привкус.

Причинами порока могут быть использование недоброкачественной воды для промывки масла, недостаточно высокая температура пастеризации бактериально загрязненных сливок и длительное хранение сливок до сбивания в неблагоприятных условиях. Порок реже встречается в кислосливочном соленом масле, так как молочная кислота и соль задерживают развитие гнилостных процессов.

Горький вкус может быть различного происхождения. Иногда он появляется вследствие поедания скотом горьких трав, в других случаях связан с отклонением в составе молока или с развитием некоторых видов микрофлоры, наконец, может возникнуть при использовании нестандартной соли для посолки масла. Но во всех этих случаях появление горького вкуса, в отличие от порока прогоркания, не связано с качественным изменением жира.

Горький вкус, обусловленный развитием микроорганизмов, появляется при длительном хранении масла и со временем прогрессирует. Он возникает вследствие образования пептонов при расщеплении белка плазмы ферментами бактерий. Присутствие некоторых дрожжей также может вызвать этот порок. Горький вкус появляется также в масле, выработанном из стародойного молока коров, больных маститом. В этом случае он обнаруживается еще в самом молоке. Горечь от посолки обусловлена повышенным содержанием в поваренной соли магнезиальных соединений и сульфата натрия.

Прогорклый привкус – один из наиболее распространенных и обесценивающих масло пороков – связан с глубоким изменением молочного жира. Прогорклое масло приобретает неприятный, острый привкус и запах испорченного жира. Порок развивается под воздействием фермента липазы, выделяемого микроорганизмами (плесенями, флюоресцирующими бактериями). Процесс начинается с гидролиза жира, при котором повышается его кислотность (в дальнейшем кислотность может снизиться). Продукты гидролиза жира легко окисляются, образуя разнообразные продукты распада и окисления: кетоны и кетокислоты, оксикислоты, альдегиды, эфиры и спирты, низкомолекулярные кислоты жирного ряда и другие соединения. При этом понижается йодное число и увеличивается количество летучих жирных кислот.

Быстрее прогоркает сладкосливочное несоленое масло, особенно при положительных температурах хранения. Иногда этот порок обнаруживается и в свежем масле, выработанном из стародойного молока.

Плесневелый (затхлый) привкус является результатом развития плесеней, образующих на поверхности масла колонии в виде цветных пятен. Постепенно мицелий проникает в более глубокие слои, поражая весь монолит масла, особенно при рыхлой консистенции и высоком содержании воздуха. Плесени могут поступать в масло через сырье, воздух производственных помещений, аппаратуру, тару и пр. Чтобы предотвратить плесневение, необходимо ограничить возможность заражения масла спорами плесеней, а также создать условия, при которых попавшие в продукт споры не могли бы в нем развиваться. Необходимо тщательно дезинфицировать помещения и оборудование, соблюдать режимы пастеризации сливок, плотно, не допуская пустот, набивать масло в тару, следить за состоянием тары, придерживаться установленных режимов хранения. Появившуюся на поверхности масла вегетативную плесень следует немедленно удалять. При развитии плесени во внутренних слоях масло бракуют.

Штафф – порок, поражающий только поверхность масла, которая становится темно-желтой, полупрозрачной и приобретает резко выра-

женный неприятный щиплющий привкус. Глубина пораженного слоя может превышать 0,5 см, однако внутри монолита масло может оставаться совершенно нормальным. В поверхностном слое при этом повышается кислотность плазмы, жира, его перекисное число, содержание растворимых азотистых соединений, снижается йодное число, появляются альдегиды.

Порок вызывается развитием аэробной микрофлоры (плесеней, протеолитической, психротрофной) и являются результатом полимеризации и окисления молочного жира вследствие его обезвоживания. Катализируют развитие штаффа солнечный свет, высокая влаго- и воздухопроницаемость упаковочных материалов, соли тяжелых металлов (железо, медь и др.).

Штафф часто образуется на несоленом сладкосливочном масле. Использование в качестве упаковочных материалов алюминиевой фольги, кашированной пергаментом, полимерных материалов, соблюдение условий хранения препятствует образованию штаффа. Низкие температуры хранения задерживают, но не прекращают развитие штаффа. Масло, выработанное методом преобразования высокожирных сливок, вследствие более тонкого диспергирования плазмы меньше подвержено штаффу, нежели масло, полученное методом сбивания, при прочих равных условиях.

Салистый вкус является пороком химического происхождения, возникает обычно при неправильном хранении масла. Ему обычно предшествует металлический привкус. В основе процессов осаливания масла лежит присоединение кислорода к непредельным жирным кислотам по месту двойных связей. При этом сначала образуются пероксиды, а в конечном итоге оксикислоты. Так, вследствие окисления преобладающей в глицеридах молочного жира олеиновой кислоты образуются тугоплавкие глицериды диоксистеариновой кислоты. Осаливание сопровождается появлением салистого привкуса (жирового сала), повышением температуры плавления, а также обесцвечиванием, потерей естественной окраски жира, что связано с окислением каротина.

Окисление жира наиболее активно протекает в поверхностных слоях монолитов масла под действием кислорода воздуха и постепенно углубляется в толщу масла. Процесс этот ускоряется при повышении температуры хранения, воздействии света, а также в присутствии металлов, особенно с переменной валентностью (меди, железа, их солей и др.). Этот процесс является автокаталитическим: начавшееся окисление развивается с прогрессирующей скоростью. Как следствие, в результате окисления в воздушной фазе масла уменьшается содержание кислорода.

Процесс окисления масла замедляется при наличии в нем антиоксидантов – витаминов А, Е, B_2, С и каротина, лецитина, казеината натрия, сульфгидрильных соединений, некоторых штаммов дрожжей и др. Поэтому летнее масло более устойчиво к окислительным процессам по сравнению с зимним. Антиокислительными свойствами обладает и плазма масла, причем эти свойства проявляются особенно активно при высокой степени дисперсности плазмы.

Олеистый вкус несколько напоминает привкус растительного масла. Сущность этого порока мало изучена. Его развитию способствует воздействие света, воздуха, присутствие металлов и их солей (катализаторы), а также низкое значение pH. Чаще этот порок встречается в кислосливочном масле при высокой степени сквашивания сливок (50–70 °Т) и нередко переходит в рыбный. Порок чаще наблюдается в масле, полученном преобразованием высокожирных сливок. По-видимому, это связано с наличием в этом масле больших количеств тяжелых металлов и более развитой поверхности раздела фаз вследствие тонкого диспергирования влаги. На поверхности раздела фаз активизируются химические процессы. Появлению порока предшествует повышение кислотности жира и плазмы. В дальнейшем кислотность плазмы снижается, но в ней увеличивается содержание водорастворимого азота.

Появление олеистого привкуса связывают с накоплением в масле продуктов окисления линолевой и арахидоновой жирных кислот: эфиров линолевой кислоты, гидропероксидов 1–3-октанона, а также продуктов разложения олеиновой кислоты: альдегидов олеидина и др.

Рыбный вкус – характерный порок кислосливочного соленого масла, возникающий при длительном его хранении. Масло приобретает специфические запах и вкус, несколько напоминающие селедочный рассол. Иногда в масле отмечается также привкус рыбьего жира.

Причиной порока является разложение лецитина с образованием триметиламина. Соль переводит лецитин в растворимое состояние, а молочная кислота его гидролизует. Процесс ускоряется в присутствии металлов, разложение способны вызывать и некоторые микроорганизмы. Так, установлено, что рыбный привкус может появиться в результате микробиологического распада белково-лецитинового комплекса оболочек жировых шариков, а также при восстановлении линолевой кислоты под действием гнилостной микрофлоры. Развитие рыбного привкуса также возможно в результате накопления карбонильных соединений (альдегидов, н-гексанала, н-гептанала и др.), которые образуются при окислении ненасыщенных жирных кислот, входящих в состав фосфатидов или молочного жира.

Пороки консистенции

Консистенция сливочного масла является одним из основных показателей его качества. Пороки консистенции масла обусловлены главным образом технологическими условиями производства, которые были нарушены или избраны без учета химического состава и свойств жировой фазы сливок. Так, если масло изготовляют способом сбивания сливок, то в готовом продукте возможны следующие пороки: крошливая консистенция, мягкая, слабая консистенция, засаленность, рыхлая консистенция, порок «мутная слеза». При производстве масла способом преобразования высокожирных сливок консистенция может быть крошливой (колющейся), слоистой, нетермоустойчивой.

Помимо ухудшения товарных качеств масла, недостатки консистенции и структуры способствуют развитию химических и микробиологических процессов в нем. Консистенция масла должна быть качественной независимо от времени года и химического состава молочного жира.

Крошливая консистенция свойственна маслу повышенной твердости. Масло с крошливой консистенцией образуется при недостатке в жировой фазе жидкого жира и излишнем содержании твердого тугоплавкого. Порок обычно возникает в зимнее время при стойловом содержании скота, избытке в рационе грубых кормов и недостатке сочных.

Причинами возникновения порока могут быть: неправильно избранные, заниженные температурные режимы подготовки и сбивания сливок, промывки и обработки масла, использование замороженных сливок, стародойного молока, одностороннее кормление коров грубыми кормами, т. е. факторы, способствующие образованию излишнего количества твердого, тугоплавкого жира в масле.

При избрании более высоких температур одноступенчатых режимов физического созревания сливок и ступенчатых зимнего типа, более высоких температур сбивания, промывки и обработки масла, с учетом особенностей химического состава и свойств молочного жира, можно избежать получения крошливой консистенции масла. При получении излишне твердого масла его можно дополнительно обработать на гомогенизаторе и улучшить консистенцию.

Мягкая, слабая консистенция по своим характеристикам противоположна крошливой. Такое масло прилипает к поверхности ножа и шпателя, при незначительном повышении температуры сильно размягчается и теряет форму. Порок чаще встречается в летнем масле, когда повышено содержание легкоплавких глицеридов. Он обусловлен недостаточной степенью созревания сливок, высокой температурой сбивания и обработки, а также скармливанием кормов, повышающих в жире содержание олеиновой кислоты. Этот порок часто сопровождается пороком «мутная

слеза», так как диспергирование (дробление) плазмы при обработке мягкого зерна затруднено.

«Мутная слеза», выделяющаяся на разрезе, свидетельствует о недостаточной промывке и обработке масла обычно мягкой консистенции и повышенной влагоемкости, применении крупнокристаллической соли при его посолке. Такое масло является благоприятной средой для развития плесеней и бактерий. Чтобы не допустить возникновения этого порока, необходимо создать условия, обеспечивающие образование достаточно твердого зерна.

Засаленность – один из наиболее распространенных пороков консистенции. Масло теряет упругость и эластичность, легко деформируется, прилипая к щупу, приобретает бледный, тусклый цвет. Порок вызывается изменением структуры масла в результате избыточного выделения жидкой фракции жира, вработки повышенного количества воздуха, чрезмерного увеличения общей поверхности капель влаги и воздуха в результате их диспергирования, понижения предельного напряжения сдвига в связи с увеличением числа коагуляционных контактов в единице объема продукта. Возникает порок при длительном сбивании, избыточной механической обработке, растирании, значительном механическом воздействии на сливки со стороны насосов, пастеризаторов и т. д. Порок обнаруживается после охлаждения масла.

Соблюдение установленных режимов физического созревания и сбивания сливок, механической обработки, исключение растирания его во время формования и упаковывания, исключение излишних механических воздействий на протяжении всех процессов получения масла позволяет избежать возникновения порока.

Рыхлая консистенция свойственна маслу, выработанному способом непрерывного сбивания, и является следствием недостаточной связности структурных элементов монолита масла. Порок возникает в результате избыточной вработки шнеками воздуха в масло (5–6 мл/100 г), когда мелкие пузырьки газа пронизывают весь монолит. Масло приобретает пониженную твердость, более бледный цвет, в таре не помещается его стандартная масса. Для предотвращения порока следует работать при паспортной производительности маслоизготовителя и применять вакуумирование масла при его механической обработке.

Крошливая (колющаяся) консистенция свойственна маслу с грубой, выраженной кристаллизационной структурой с неравномерным распределением жидкого жира, которое обусловливает, в свою очередь, ухудшение связности и эластичности консистенции. Распределение жидкой фазы жира в масле зависит от степени механической обработки высоко-

жирных сливок в зоне кристаллизации и потери жировыми шариками адсорбционных оболочек.

Причиной недостаточной механической обработки могут быть завышение производительности маслообразователя, уменьшение продолжительности пребывания продукта в аппарате, снижение подачи или использование недостаточно остывшего холодильного агента, снижение частоты вращения барабанной мешалки маслообразователя, неисправность срезающих и перемешивающих устройств мешалки и др.

На нарушение нормального процесса маслообразования указывают застывание масла на выходе из маслообразователя менее чем через 30–40 с и прирост температуры масла в ящике на 3–5 °С.

Предупредить этот порок можно соблюдением оптимальных условий и режимов термомеханической обработки высокожирных сливок в маслообразователе. Необходимо строго контролировать производительность маслообразователя, температуру и количество холодильного агента, подаваемого в рубашку маслообразователя, а также обеспечить стабильность режима работы маслообразователя.

Слоистость консистенции характерна только для масла, выработанного способом преобразования высокожирных сливок. Порок проявляется в том, что при взятии пробы щупом или разрезании масло разделяется на слои разной толщины с ровными гладкими краями. Он вызывается теми же причинами, что и крошливая консистенция: завышенной производительностью маслообразователя и недостаточной термомеханической обработкой продукта.

Порок усиливается, если температура высокожирных сливок снижается еще до поступления в маслообразователь. В этом случае вязкость продукта в маслообразователе быстро повышается, вследствие чего пристенный слой высокожирных сливок не смешивается с внутренними слоями. Как правило, слоистость сопровождается крошливостью – пороком, обусловленным недостаточной степенью дестабилизации жировых шариков.

При недостаточной термомеханической обработке высокожирных сливок в маслообразователе продукт успевает только сильно переохладиться, а процессы отвердевания в нем почти не происходят или ограничиваются образованием многочисленных центров кристаллизации с минимальной степенью отвердевания. При вытекании из маслообразователя такой жидкий продукт интенсивно перемешивается, нарушается равновесие системы, в результате чего происходит быстрое, почти мгновенное отвердевание глицеридов жира. Вязкость масла резко повышается еще в струе, а при выливании масла в ящик она увеличивается настолько, что масло не растекается равномерно, а образует горку, с которой

сползают застывшие слои. При наполнении ящика без применения вибратора (т. е. при отсутствии перемешивания) в таком масле образуется слоистая структура.

Толщина и распределение слоев определяются вязкостью и температурой продукта, а также скоростью прохождения фазовых изменений глицеридов молочного жира. Расслоению монолита способствует захватывание воздуха на границе соприкосновения застывшей поверхности и струи жидкого масла. Слои имеют разную толщину в горизонтальном и вертикальном направлениях. В зависимости от толщины слоя изменяются отвод теплоты в окружающую среду и приток ее при отвердевании жира. Поэтому процессы фазовых изменений молочного жира и структурирования в разных слоях могут проходить по-разному, что, в свою очередь, усугубляет этот порок.

Меры предупреждения этого порока те же, что и для порока крошливая (колющаяся) консистенция.

Мягкая, нетермоустойчивая консистенция обусловлена излишним содержанием в твердом жире масла легкоплавких групп глицеридов и легкоплавких метастабильных полиморфных форм.

Порок возникает при излишней механической обработке высокожирных сливок в зоне кристаллизации, когда получается «переработанное» масло. При соприкосновении высокожирных сливок с холодной поверхностью маслообразователя возникают преимущественно легкоплавкие модификации отвердевшего жира и легкоплавкие смешанные кристаллы. С увеличением длительности термомеханической обработки высокожирных сливок значительная часть легкоплавкого отвердевшего жира расплавляется, и в первую очередь – зародышевые кристаллы. Кроме того, будут разрушены кристаллические образования, которые при высокой степени дисперсности расплавляются в большом объеме.

Масло, вытекающее из маслообразователя, долго не застывает, и температура его повышается менее чем на 1,5 °С. В таком масле отвердевание жира проходит замедленно вследствие малочисленности зародышей кристаллов. Дальнейшее отвердевание жира при медленном охлаждении монолита масла обусловлено линейным ростом зародышей кристаллов, который приводит к образованию многослойных крупных кристаллов в результате фракционной кристаллизации. При этом в процессе отвердевания постепенно формируется вторичная кристаллизационная структура и масло приобретает нетермоустойчивую, мягкую консистенцию при комнатных температурах.

Чтобы избежать этого порока, режим и продолжительность термомеханической обработки высокожирных сливок следует избирать с учетом химического состава жира и конструкции маслообразователя. Иск-

лючить образование «переработанного» масла можно повышением его температуры на выходе из аппарата. Рассол в рубашку маслообразователя должен поступать при температуре не ниже –5 °С. Кроме того, повышению термоустойчивости способствует выдержка масла при температуре 8–10 °С в течение 2–3 сут перед закладкой в холодильную камеру.

Мучнистость консистенции возникает при наличии в масле крупных сростков кристаллов тугоплавких глицеридов размером более 30 мкм. Причинами этого порока могут быть вытапливание жира в процессе пастеризации и сепарирования сливок или при задержке высокожирных сливок в ванне для нормализации, а также завышенные температуры маслообразования.

Мучнистость образуется тогда, когда глицериды кристаллизуются из расплава жира при повышенных температурах, образуется мало центров кристаллизации и отвердевание происходит за счет линейного роста кристаллов. При отвердевании, протекающем в монолите масла без перемешивания и в условиях повышенных температур, также образуются крупные кристаллы, которые медленно плавятся и выявляются органолептически.

Предупредить возникновение порока можно исключением условий, способствующих вытапливанию жира из сливок, и применением оптимальных режимов маслообразования.

Пороки посолки, цвета и упаковывания

Прежде всего, порочным считается масло, содержание соли в котором превышает допустимую стандартом норму (1%). Такое масло бракуют и передают на переработку.

Неравномерная посолка характеризует масло, отдельные участки которого различаются по содержанию соли. К этой же группе относят масло одной партии с различной степенью посолки в отдельных ящиках или бочках. На неравномерность посолки обычно указывает пестрый («мраморный») цвет продукта. Чаще всего порок возникает вследствие недостаточной обработки масла после посолки сухой солью, а также использования комковатой соли.

Нерастворившаяся соль присутствует в масле или в виде отдельных кристаллов, или их гнезд. Этот порок появляется при запоздалом внесении сухой соли (после критического момента обработки), использовании крупнокристаллической соли и слишком быстрой обработке масла.

Пестрый, неоднородный цвет связан с неравномерным распределением рассола в масле. В более светлых местах рассол хорошо диспергирован и имеет значительную суммарную поверхность, поэтому такие

участки масла кажутся непрозрачными и белыми. В желтых, более прозрачных участках рассол присутствует в крупных каплях со сравнительно небольшой суммарной поверхностью.

Фисташковый цвет топленого масла появляется при низких температурах хранения и обусловлен химическим изменением каротина. Каротин растворен в жидкой фракции жира. При отрицательных температурах вследствие кристаллизации жира его концентрация в жидком жире повышается. Под действием кислорода воздуха каротин легко окисляется. Фисташковый цвет придают именно продукты его окисления. При температуре хранения выше –5 °С этот порок не возникает, поскольку в этом случае концентрация каротина в жидком жире будет достаточно высокой. В сливочном масле каротин не окисляется благодаря антиокислительным свойствам плазмы.

Пороки этой группы отрицательно сказываются на внешнем виде масла. Кроме того, они могут понизить его стойкость и способствуют развитию плесени.

Неплотная набивка масла и небрежная заделка пергаментом приводит к образованию пустот, в которых скапливается влага. Масло при этом обогащается воздухом и становится благоприятной средой для развития плесени.

Неудовлетворительная сборка тары не обеспечивает должной изоляции масла от внешних воздействий, а в топленом масле может привести к вытеканию жира.

Пороки маркирования связаны с нанесением маркировки неясно, небрежно, с нарушениями правил. В случае неправильной или неясной маркировки масло к выпуску в реализацию не допускается.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие специфические требования предъявляют к молочному сырью в маслоделии?
2. Какими способами вырабатывают сливочное масло?
3. В чем сущность влияния технологических факторов при производстве молочного жира?
4. Изложите сущность теоретических основ сбивания сливок в масло.
5. Какие существуют технологические особенности получения масла с использованием маслоизготовителей периодического и непрерывного действия?
6. Изложите физико-химические основы преобразования высокожирных сливок в масло.
7. Как регулируют консистенцию сливочного масла, изменяя режимы термомеханической обработки высокожирных сливок в маслообразователях различной конструкции?
8. В чем заключаются особенности технологии получения масла методом вакуум-маслообразования?
9. Каковы особенности технологии вологодского масла?
10. Каковы особенности технологии масла с повышенным содержанием влаги и масла с различными наполнителями?
11. Каковы особенности технологии консервных видов масла?
12. Какова сущность основных факторов, влияющих на стойкость при хранении сливочного масла?

Глава 24. Общая характеристика сыров и сырья для их производства

Биотехнология производства сыров имеет многовековую историю. Вследствие ее развития появилось большое многообразие сыров, обеспечивающих специфическую потребность в пище разных народов, а также возможность использовать для их производства молоко коров, буйволиц, овец и коз. Естественно, использование коровьего молока является преобладающим.

Согласно общему стандарту А–6, рекомендуемому для сыра, международная организация ФАО/ВОЗ предложила следующее определение продукта «сыр»:

«Сыр представляет собой свежий или прошедший созревание продукт твердой или полутвердой консистенции, получаемый:

а) путем свертывания отдельно или в виде смеси молока, обезжиренного молока, частично обезжиренного молока, сливок, подсырных сливок или сливок из пахты воздействием сычужного или других молокосвертывающих ферментов и препаратов с последующим частичным удалением молочной сыворотки, образующейся в результате этого свертывания;

б) с использованием технологий производства, обеспечивающих свертывание молока и (или) веществ, являющихся его производными, с целью получения готового продукта, основные физические, химические и органолептические характеристики которого идентичны характеристикам продукта, определенного в пункте а).»

Одним из основных процессов производства сыров является нарушение стабильности казеинового комплекса молока путем его свертывания ферментами животного или микробного происхождения, а также кислотной или термокислотной коагуляцией.

Поэтому различают сычужные и кисломолочные сыры.

Сычужные сыры получают из сыропригодного молока путем специальной обработки сычужного сгустка, формования, прессования, посолки и созревания при определенной температуре. Согласно международной классификации из этой группы сыров выделяют созревающие с участием плесневых микроорганизмов. Свежие сычужные сыры, в отличие от зрелых, потребляются без созревания, сразу после приготовления.

Плавленые сыры получают из сычужных сыров с добавлением или без добавления других молочных продуктов, а также сырья немолочного происхождения, путем тепловой обработки с использованием солей-плавителей.

Сыр является одним из наиболее питательных продуктов, получаемых из молока. Диетологами принято полезность пищевого продукта характеризовать пищевой ценностью. Это интегральная характеристика, объединяющая все полезные свойства (пищевые вещества, энергетический потенциал, витамины, органолептические показатели и др.). Сыр имеет наибольшую питательную и биологическую ценность по сравнению с другими пищевыми продуктами. В нем находятся все пищевые вещества, необходимые для организма. Они хорошо сбалансированы и легко усвояемы (табл. 24.1).

То же самое относится к биологической ценности. Это показатель качества белков, характеризующий соответствие аминокислот потребностям организма. По балансу аминокислот белка сыры превосходят другие продукты. Из 18 аминокислот, обнаруживаемых в сыре, 8 являются незаменимыми. Это триптофан, фенилаланин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин и валин. Ценность белковой основы сыра заключается в том, что часть ее в процессе созревания становится водорастворимой, превращаясь в полипептиды, олигопептиды, аминокислоты.

Биологическая активность – показатель, характеризующий количество полиненасыщенных жирных кислот. В жировой фазе сыра имеются все важные жирные кислоты, необходимые для жизнеобеспечивания организма. Среди них – линолевая и линоленовая, которые являются незаменимыми.

Также сыр обладает высокой энергетической ценностью. В сыре имеется вся гамма водорастворимых и жирорастворимых витаминов. В нем находятся макроэлементы кальций и фосфор в наиболее удачном сочетании.

24.1. Сравнительная пищевая ценность некоторых пищевых продуктов

Продукты	Химический состав, %					Энергетическая ценность, кДж в 100 г продукта
	вода	белки	жиры	кальций	фосфор	
Сыр российский	40,0	23,4	30,0	1,0	5,44	1552
Сыр костромской	39,5	26,8	27,3	1,04	5,0	1510
Свинина беконная	54,8	16,4	27,8	0,08	0,18	1322
Рыба (треска)	80,7	17,5	0,6	0,04	0,22	314
Хлеб пшеничный	44,3	8,1	1,2	0,04	0,22	849

Поскольку сыры обладают высокой пищевой и биологической ценностью, их можно отнести к диетическим продуктам питания, которые пригодны для людей разного возраста.

При этом следует иметь в виду, что все питательные вещества человеческим организмом усваиваются полностью. Физиологическая норма потребления сыра – 6,5 кг на человека в год.

Технологический процесс производства сычужных сыров состоит из следующих операций:

- приемка молока;
- очистка, резервирование, созревание и пастеризация молока;
- подготовка молока к сычужному свертыванию;
- сычужное свертывание молока;
- разрезка сычужного сгустка, постановка и обработка сырного зерна;
- формование сыра;
- самопрессование и прессование;
- посолка;
- созревание;
- сортировка, упаковка, транспортировка и хранение готового продукта.

В зависимости от вида сыра технологические операции могут выполняться по-разному, на оборудовании разных типов. Реальное аппаратурное оформление может накладывать свой отпечаток на технологию сыра в целом или отдельные его составляющие.

Решающим фактором в производстве сыров является качество молока. Поэтому к нему предъявляют особые требования. Качество сырья оценивается химическими, физико-химическими, биохимическими и микробиологическими показателями, а также зависит от условий получения и первичной обработки. Комплекс этих показателей определяет сыропригодность молока.

Согласно данным А. В. Гудкова и А. Г. Титова, наиболее важным для оценки сыропригодности сырого молока является показатель наличия ингибирующих веществ, затем в порядке снижения важности идут: класс по пробе на редуктазу, температура, количество спор мезофильных анаэробных бактерий, класс по сычужно-бродильной пробе, титруемая кислотность, количество психротрофных бактерий, анормального молока, колибактерий, общее количество мезофильных микроорганизмов, класс по пробе на брожение и группа чистоты.

Из сырья с примесью антибиотиков невозможно выработать сыр хорошего качества, поскольку они подавляют развитие молочнокислых бактерий. Согласно рекомендациям ВНИИМС показатели сыропригодного молока должны соответствовать представленным в табл. 24.2.

24.2. Физико-химические и гигиенические показатели сыропригодного молока

Показатель	Норма
Титруемая кислотность, °Т	16–18
Плотность, кг/м^3	1027
Массовая доля белка, %, не менее	3,0
Степень чистоты, не ниже группы	I
Бактериальная обсемененность, тыс. клеток в 1 мл, не более	500
Количество спор мезофильных анаэробных лактатосбраживающих бактерий в 1 мл, не более	10
Количество соматических клеток в 1 мл, не более	500
Сычужно-бродильная проба, класс, не ниже	II

Лучшим для сыроделия является летнее молоко, а наиболее неблагоприятным – весеннее. В основном это связано с особенностями кормового рациона в различное время года. Важным фактором является период лактации. Молоко, получаемое в первые дни после отела (молозиво), по своему химическому составу значительно отличается от обычного молока. Кроме того, в нем содержится множество иммунных тел и бактериальных веществ. Полученное в течение первых 7–10 дней после отела молоко совершенно непригодно для выработки сыра.

Непригодным считается стародойное молоко в конце лактации – за 7–10 дней до запуска коровы. В таком молоке повышено содержание фермента липазы, а жировая фаза представлена более мелкими (по сравнению с нормальными) жировыми шариками. Это способствует появлению в сыре прогорклого вкуса.

В молоке не должно содержаться остаточного количества химических средств защиты растений и животных.

Глава 25. Подготовка молока к производству сыра

Хранение и тепловая обработка молока

При концентрации производства целесообразно накапливать сырье в емкостях большой вместимости, что приводит к усреднению его физико-химических и биохимических свойств. Наличие запаса однородного сырья, предназначенного для нескольких выработок сыра в сыроизготовителях, открывает перспективы и создает предпосылки для автоматизации технологического процесса.

Резервирование молока заключается в хранении его при температуре от 2 до 6 °С не более 24 ч после дойки, очистки и охлаждения. Осуществляется оно на фермах или на молокоприемных пунктах и заводах. Для этой цели в местах резервирования должны быть установлены резервуары, центробежные очистители, охладители.

Резервирование молока обеспечивает ритмичность производства, позволяет осуществлять доставку молока в определенное время, строго по графику, и организовать правильную переработку его на заводе.

В свежем молоке тормозится развитие молочнокислых бактерий, и оно медленно свертывается ферментом. Поэтому во время обработки сгустка и сырного зерна может происходить чрезмерное развитие посторонней микрофлоры, способной вызвать пороки сыров. С целью улучшения сыропригодности свежего молока его подвергают специальной обработке, то есть применяется комплекс микробиологических, биохимических и физико-химических процессов, в результате которых повышается его сыропригодность. Вследствие этого интенсифицируется молочнокислый процесс и повышается качество сыра.

Во время хранения сырого молока возрастает концентрация ионизированного кальция, уменьшается окислительно-восстановительный потенциал, изменяется дисперсность частиц казеинового комплекса, уменьшается активность бактериальных веществ. Возможно развитие психротрофных бактерий, протеазы которых расщепляют белки. Большинство их во время пастеризации выживает и переходит в сыр, вызывая в нем пороки вкуса и запаха. Во время хранения сырого молока в нем развиваются термофильные колибактерии.

Во время выдержки сырого молока при температуре 5 °С, его сыропригодность ухудшается из-за физико-химических процессов. Частично распадаются мицеллы казеина и от них отделяется β-казеин и часть α_s- и к-казеина. Это уменьшает скорость образования сгустка, выход сыров и ухудшает их консистенцию. Поэтому хранить молоко при температуре 6–7 °С нецелесообразно.

В целом в сыроделии свежее молоко следует побыстрее пастеризовать. Установлено, что качество сыров, выработанных из зрелого сырого и в последующем пастеризованного молока хуже, чем из свежего пастеризованного молока.

В настоящее время сычужные сыры, за исключением швейцарского сыра, вырабатывают только из пастеризованного молока.

Тепловую обработку молока проводят для уничтожения технически вредной для сыроделия и патогенной микрофлоры, вирусов и бактериофагов. В сыроделии применяют два вида тепловой обработки молока: пастеризацию и термизацию.

Оптимальным режимом пастеризации молока в сыроделии является нагревание его до температуры от 70 до 72 °С с выдержкой от 20 до 25 с.

Изменения, происходящие в молоке во время пастеризации, влияют на дальнейший ход процессов производства сыра. Во время этого процесса помимо частичной денатурации сывороточных белков и увеличения количества нерастворимых минеральных солей повышается средний диаметр частиц казеинового комплекса. Автор установил, что изменение средней массы частиц этого комплекса описывается уравнением:

$$B = B_0\left[1+3,4\cdot10^3\sqrt{t}\cdot\exp\left(-\frac{38,9\cdot10^3}{RT}\right)\right],$$

где B_0 – средняя масса частиц казеинаткальцийфосфатного комплекса до пастеризации; B – средняя масса после пастеризации; T – температура пастеризации, К; t – время выдержки при температуре пастеризации, с; R – универсальная газовая постоянная, равная 8,32Дж/моль К.

Границы применения уравнения: T = 343–363 К и t = 0–600 с. Энергия активации процесса Е = 33,9 кДж/моль.

В случае повышенной бактериальной обсемененности молока допускается повышение температуры пастеризации до 76 °С с той же выдержкой. Если молоко имеет вкус и запах кормов, его следует подвергать вакуумной обработке. Во время дезодорации удаляются летучие вещества, от которых зимой, весной и осенью в сырах может появиться затхлый, кормовой и посторонний вкус и запах. Применяется вакуум 30,4–40,4 кПа, а в пастбищный период – 20,3–30,5 кПа. Молоко дезодорируют при температуре пастеризации. Пастеризованное молоко может подвергаться хранению при 8–10 °С в течение не более 14 ч.

Термизация – нагревание молока до температуры 63–67 °С с выдержкой от 20 до 25 с – не обеспечивает достаточно полного уничтожения микрофлоры, поэтому ее применяют в комбинации с обязательной последующей пастеризацией молока по оптимальному режиму.

Когда молоко загрязнено спорами анаэробных молочнокислых бактерий, можно использовать перекисную обработку. Цель обработки – предотвратить развитие этой группы бактерий в сырах. Это химический способ обработки молока. Обработку молока проводят непосредственно в сыроизготовителе перед внесением в него хлористого кальция и закваски. В смесь с температурой 32–40 °С добавляют 0,03–0,05% чистой перекиси водорода, предварительно растворенной в воде в соотношении 1:3. Продолжительность обработки – 40 мин. После этого добавляется фермент каталаза концентрацией 75 мг/л. Каталаза добавляется так, чтобы инактивация перекиси водорода длилась 15 мин.

Нормализация молока

Основными составляющими сухой массы сыров являются жир и белок.

Нормализацию молока проводят в потоке с помощью сепаратора-нормализатора. Допускается проводить нормализацию молока с использованием сепаратора-сливкоотделителя.

Массовую долю жира в нормализованной смеси определяют по формуле:

$$Ж_{см} = К_п \cdot Б_м,$$

где $Ж_{см}$ *– требуемая массовая доля жира в нормализованной смеси, %;* $К_п$ *– поправочный коэффициент;* $Б_м$ *– массовая доля белка в исходном молоке, %.*

Для определения поправочного коэффициента сыр вырабатывают по таблицам нормализации ВНИИМС и определяют массовую долю жира в сухом веществе сыра. Она должна быть на 1% выше стандартных требований. В случае несоответствия фактической массовой доли жира в сухом веществе сыра после прессования поправочный коэффициент рассчитывают по следующей формуле:

$$К_п = Ж_т (100 - Ж_ф) / (Ж_ф (100 - Ж_т)),$$

где $Ж_т$ *– требуемая массовая доля жира, %;* $Ж_ф$ *– фактическая массовая доля жира, %.*

После получения сыра требуемой жирности находят поправочный коэффициент $К_п = Ж_{см} / Б_м$. Необходимо провести не менее трех выработок для получения среднего расчетного коэффициента. Расчетный коэффициент проверяется ежемесячно.

Созревание молока

Главная цель созревания молока – повышение его сыропригодности за счет улучшения технологических свойств. Созревание обеспечивает сокращение продолжительности сычужного свертывания и обработки сырного зерна, интенсификацию молочнокислого процесса и про-

теолиза во время созревания сыра, а также повышение качества продукта. Полностью этой цели нельзя достигнуть путем простого добавления закваски к сырью, то есть повышением кислотности и количества микрофлоры. Во время созревания развитие молочнокислой микрофлоры сопровождается совокупным изменением физико-химических и биохимических показателей. Происходят увеличение титруемой кислотности, концентрации ионов кальция и буферной емкости, понижение pH и окислительно-восстановительного потенциала, изменение дисперсности казеиновых частиц, частичный гидролиз лактозы и повышение содержания водорастворимых азотистых соединений, а также молочнокислой микрофлоры.

Созреванию подвергают пастеризованное молоко при температуре 8–10 °С в течение 14–16 ч. В пастеризованное молоко добавляют 0,1–0,4% закваски, чтобы кислотность во время процесса повысилась на 1,5–2,5 °Т. Вместе с закваской в молоко можно добавить и 0,02–0,04% хлористого кальция (пересчитанного на безводную соль). Тогда он повторно перед свертыванием не добавляется. Очень важный показатель зрелого молока – общее количество молочнокислых бактерий. Оно должно быть равным 10^7–10^8 КОЕ/см^3. Эта микрофлора находится на стадии логарифмической фазы развития и хорошо адаптирована к молоку.

С целью предотвращения развития бактериофага при созревании молока рекомендуется использовать бактериальную закваску иной партии и иного состава, чем при производстве сыра.

Хранение пастеризованного молока нельзя отождествлять с созреванием. После созревания сыропригодность молока бывает выше и лучше влияет на качество сыра, чем после хранения.

Другие способы созревания менее эффективны с технологической точки зрения. К ним относится созревание свежего сырого молока. Его собирают в емкости и выдерживают в течение 10–15 ч при температуре 8–10 °С, после чего перерабатывают на сыр. Нельзя проводить созревание молока кислотностью 23 °Т и выше, так как в этом случае она будет быстро повышаться и молоко невозможно будет использовать для производства сыра. В свежее молоко с кислотностью 16–17 °Т можно также добавить 0,1–0,2% закваски, приготовленной на чистых культурах, и выдерживать, обеспечивая повышение кислотности до 19–20 °Т. После созревания молоко пастеризуют.

Сгусток, полученный из молока, пастеризованного после созревания в сыром виде, обладает низкими прочностными и вязкостными показателями. При этом технологические его свойства бывают хуже, чем в случае переработки сырого молока. Это обусловливается тем, что вследствие повышения концентрации ионов водорода и кальция при созре-

вании значительно уменьшается стабильность белков, а это интенсифицирует их денатурацию и изменение солевого равновесия в период пастеризации.

Аналогично способу созревания сырого молока может производится созревание термизованного молока. Его пастеризуют в конце созревания. При использовании одноступенчатой пастеризации количество зрелого молока должно составлять 25–50% от смеси.

Механическая обработка

Бактофугирование осуществляется с использованием сепараторов-бактофуг, которые работают по тому же принципу, что и молокоочистители. Из молока при помощи центробежной силы выделяется концентрат биомассы бактерий. Этот метод наиболее распространен в сыроделии, поскольку он позволяет эффективно выделить из молока споры *Clostridium tyrobutyricum*. Обычно бактофугирование осуществляют при температуре 50–55 °С. Бактериальная очистка молока достигает 95%. Из санитарно-гигиенических соображений бактофугирование всегда сочетается с пастеризацией, повышая эффективность последней.

Ультрафильтация применяется для увеличения концентрации белков с целью достижения оптимального содержания их в молочном концентрате применительно к производству отдельных видов сыров. Процесс происходит при температуре 45–55 °С и давлении 0,2–0,4 МПа до концентрации белков равной 4,5–5,5%. Концентрат (не меньше 50%) может подвергаться созреванию. В этом случае добавляется 0,3–0,6% закваски и он созревает при температуре 8–10 °С в течение 12–18 ч. Кислотность перед созреванием не должна быть выше 23 °Т.

Микрофильтрация (мембранная) является наиболее эффективным способом механической обработки молока, для его микробного обезвреживания. В установках применяются керамические микрофильтры с диаметром пор 0,1–10 мкм. При помощи их из молочной среды удаляется до 99,9% микроорганизмов. Микрофильтрации подвергают обезжиренное молоко. В последующем после пастеризации оно нормализуется сливками.

Применение солей и бактериальных заквасок

Во время пастеризации часть солей кальция переходит в нерастворимое состояние. Для нормализации минерального состава в отношении ионизированного кальция и с целью обеспечения нормальной сычужной свертываемости молока применяют хлористый кальций. Он также улучшает реологические показатели сгустка. В молоко добавляют раствор хлористого кальция из расчета от 10 до 40 г безводной соли на 100 кг мо-

лока. Оптимальную дозу хлористого кальция устанавливают в зависимости от свойств молока с учетом показаний прибора для сычужной пробы и характера сычужного свертывания молока в предыдущих выработках сыра.

Для приготовления раствора хлористого кальция используют воду с температурой 80–90 °С из расчета 1,5 л на 1 кг соли. Перед употреблением раствору дают отстояться, после чего он должен быть прозрачным и бесцветным.

Во избежание раннего вспучивания сыра применяют химически чистый калий или натрий азотнокислые из расчета до 30 г соли на 100 кг молока. В молоке азотнокислые соли распадаются на нитриты и кислород. Последний используется газообразующими микробами для дыхания. Одновременно нитраты подавляют развитие газообразующей микрофлоры. Поэтому уменьшается количество продуцируемых газов. Для приготовления раствора калия или натрия азотнокислого используют воду с температурой 80–90 °С из расчета 1 л на 100–200 г соли.

Сыр созревает под влиянием молокосвертывающего фермента и ферментных систем микроорганизмов. В формировании органолептических показателей твердых сыров принимают участие ферментные системы молочнокислых анаэробных бактерий, а мягких – системы аэробных молочнокислых и слизеобразующих бактерий, плесеней (микроскопических грибов), дрожжей. Следовательно, технология сыра сводится в основном к созданию условий для количественного и качественного развития микрофлоры молока в сырной массе. Все технологические параметры направлены к созданию условий для микробиологических процессов. В результате получают сыры с характерными для данного вида признаками, резко отличающиеся друг от друга вкусом и запахом. Поскольку большинство микрофлоры сырого молока погибает во время пастеризации, в смесь перед свертыванием вносят технологически полезную молочнокислую микрофлору в виде закваски.

Качественный состав и объем микрофлоры регулируется видом вносимой закваски. Можно пользоваться как жидкой закваской, приготовленной на сыворотке с прибавлением необходимых компонентов, так и сухой – полученной путем сублимационного высушивания отцентрифугированных бактериальных клеток. В последнем случае желательна предварительная активизация закваски. Закваски молочнокислых бактерий, сухие и жидкие, содержат в 1 $см^3$ не более 10 млрд. живых клеток. Бактериальные концентраты также выпускаются в сухом или жидком виде. В 1 $см^3$ их содержится не менее 100 млрд. жизнеспособных клеток.

Основными функциями молочнокислых бактерий в производстве сычужных сыров являются следующие:

- трансформировать главные компоненты молока (лактозу, белки, жиры) в соединения, от которых зависит вкус, аромат, пищевая и биологическая ценность продукта, стимулировать действие сычужных ферментов и синерезис и сычужного сгустка;
- оказывать влияние на формирование консистенции и рисунка сыров;
- ингибировать развитие технически вредной микрофлоры.

Молочнокислые бактерии, расщепляя лактозу, не оставляют энергетических ресурсов для развития других бактерий, увеличивают активную кислотность и уменьшают окислительно-восстановительный потенциал, приостанавливая таким образом действие технически вредной микрофлоры. Это колибактерии, анаэробные молочнокислые бактерии, а также микрофлора, вызывающая пищевые отравления (стафилококки, сальмонеллы и др.). Молочнокислые бактерии, входящие в состав бактериальных заквасок и препаратов, можно разделить на следующие группы:

- мезофильные гомоферментативные (сбраживающие лактозу преимущественно до молочной кислоты) молочнокислые стрептококки рода *Lactococcus*, видов *Lc. lactis* и *Lc. cremoris* и молочнокислые палочки рода *Lactobacillus* видов *L. plantarum* и *L. casei*, сбраживающие лактозу до молочной кислоты;
- мезофильные гомоферментативные молочнокислые стрептококки вида *Lactococcus lactis*, разновидности *Lc. lactis subsp. diacetlactis* и *Lc. lactis subsp. acetoinicus*, сбраживающие цитраты в присутствии углеводов с образованием углекислого газа, уксусной кислоты, ацетоина, диацетила;
- мезофильные гетероферментативные (сбраживающие лактозу с образованием молочной кислоты, уксусной кислоты, этилового спирта и углекислого газа) молочнокислые бактерии рода *Leuconostoc* видов *Leuc. lactis*, *Leuc. cremoris* и *Leuc. dextranicum*;
- термофильные гомоферментативные молочнокислые стрептококки вида *Streptococcus thermophilus* и молочнокислые палочки видов *L. lactis*, *L. helveticus*, *L. bulgaricus* и *L. acidophilus*.

При производстве мягких сыров и сыров со слизью помимо молочнокислых бактерий используют микроскопические грибы *Pen. roqueforti*, а также микрофлору сырной слизи *Pen. album* и *Pen. candidum*. В закваски вносят несколько штаммов одного и того же вида бактерий, чтобы в зависимости от биологических свойств молока развивались те микроорганизмы, которые более приспособлены к данным условиям.

В формировании специфического вкуса, аромата, рисунка и консистенции сыров с высокой температурой второго нагревания наряду с молочнокислыми бактериями активное участие принимают пропионовокислые бактерии, сбраживающие часть лактатов с образованием пропионовой и уксусной кислот, углекислого газа. Поэтому при производстве сыров с высокой температурой второго нагревания из пастеризованного молока наряду с молочнокислыми бактериями обязательным компонентом заквасочной микрофлоры являются пропионовокислые бактерии, которые вносят в смесь для выработки сыров в виде жидких или сухих культур микроорганизмов вида *Propionibacterium freudenreichii subsp. freudenreichii*, *Propionibacterium freudenreichii subsp. shermanii* и *Propionibacterium freudenreichii subsp. globosum*.

Производственную закваску, если нет необходимости в ее немедленном использовании, нужно в течение 1–2 ч охладить до температуры ниже 10 °С. Продолжительность хранения не должна превышать: без охлаждения – 6 ч; при температуре 8–10°С – 12 ч; при температуре 3–5 °С для закваски, приготовленной на пастеризованном молоке – 48 ч, для закваски, приготовленной на стерилизованном молоке – 72 ч.

Бактериальные закваски или бакпрепараты используют согласно рекомендациям лабораторий-изготовителей. Их вносят в пастеризованное, охлажденное до температуры свертывания молоко. Количество жидкой вносимой закваски составляет от 0,5 до 2,5% от количества перерабатываемого молока и зависит от вида сыра, скорости обезвоживания сгустка, физико-химических свойств молока и кислотности сыворотки в конце обработки сгустка. Когда кислотность сыворотки во время обработки зерна повышается медленно, закваску можно активизировать. Для этого ее смешивают с двойным количеством молока и выдерживают 40–60 мин при температуре 24–26 °С. Закваска частично активизируется, когда она вносится в сыроизготовитель в начале его заполнения.

Глава 26. Получение сычужного сгустка и его обработка

Свертывание молока в сыроделии производят при помощи молокосвертывающих ферментов животного и микробного происхождения.

Классическим молокосвертывающим препаратом является сычужный порошок, получаемый из слизистой оболочки четвертого отделения желудка (сычуга) подсосных телят и ягнят.

Активность фермента выражается отношением 1 г фермента (сухого препарата) к количеству свернувшегося молока (в г) при 35 °С в течение 40 мин. Фермент активностью 100 тыс. ед. означает, что 1 г сычужного порошка свертывает 100 тыс. г, или 100 кг, молока в течение 40 мин при 35 °С. Активность сухих препаратов молокосвертывающих ферментов, выпускаемых заводами, равна 50 000, 75 000, 100 000, 150 000 ед. Чаще всего ферменты для свертывания молока выпускаются активностью 100 000 ед.

К факторам, влияющим на скорость свертывания молока, относятся температура, кислотность и степень зрелости молока, концентрация водородных ионов, а также количество солей кальция и молокосвертывающего фермента.

В производстве сыров кроме сычужного порошка применяют пепсины и ферментные препараты, являющиеся смесью различных молокосвертывающих ферментов животного происхождения – ФП ВНИИМС, ФП-2, ФП-6, ФП-7, ФП-9.

Растворы сычужного фермента готовят на кипяченой питьевой воде, нагретой до 30–32 °С, путем выдержки фермента в течение 20–30 мин до внесения его в молоко. Водные растворы фермента не хранят более 1 ч, так как активность их постепенно снижается.

Для повышения активности сычужный порошок можно растворять в кислой (45–60 °Т), пастеризованной при 85 °С, отфильтрованной от белков и охлажденной до 40 °С сыворотке.

В производстве сыров применяют также молокосвертывающие ферменты микробного происхождения. Такие ферменты производят многие страны (Дания, Япония, Франция, США и др.). Они не могут полностью заменить сычужный фермент. Ферменты микробного происхождения отличаются от сычужного фермента большей протеолитической активностью. Температурный оптимум свертывания молока у них выше – в пределах 50–60 °С. Несмотря на некоторые недостатки, все же более 50% всех сыров мира вырабатывают при помощи ферментов микробного происхождения.

Температуру свертывания молока устанавливают в пределах от 28 до 35 °С в зависимости от вида вырабатываемого сыра, времени года и

технологических свойств молока, главным из которых является пониженная или повышенная способность его к свертыванию под действием молокосвертывающего препарата. Для мягких сыров применяют пониженную температуру свертывания.

Получение сычужного сгустка является одним из самых сложных процессов в биотехнологии сыроделия, в основе которого лежит энзиматическое превращение казеина в параказеин, из которого впоследствии формируется пространственная структура сгустка. Параказеин образуется вследствие потери казеином коллоидной устойчивости, вызванной гидролитическим действием реннина или других молокосвертывающих ферментов. Механизм расщепления казеина до конца не выявлен, хотя этому вопросу посвящено много исследовательских работ. В настоящее время наиболее распространены две теории: фосфоамидазная (П. Ф. Дьяченко) и гидролитическая (Ничман, Але, Гаринье). Согласно первой теории происходит разрыв одной из двух связей остатков фосфорной кислоты с казеином, а именно фосфоамидной связи. В параказеине освобождаются щелочные гуанидиновые группы аргинина и гидроксильные группы фосфорной кислоты. На второй стадии гидроксильные группы фосфорной кислоты связывают ионы кальция и создают «кальциевые мостики» между мицеллами параказеина, образуется сгусток.

Авторы гидролитической теории считают, что под действием молокосвертывающего фермента происходит разрыв пептидной цепи к-казеина на участке Phe_{105} – Met_{106} и от мицеллы казеина отщепляется гликомакропептид. Вследствие этого к-казеин превращается в пара-к-казеин и теряет свою способность обеспечивать коллоидную устойчивость казеиновых мицелл.

Параллельно с биохимическим превращением казеинового комплекса в результате гидролитического действия молокосвертывающих ферментов проходят физико-химические изменения. В самом начале процесса наблюдается индукционный период, во время которого образование пространственной структуры сгустка еще не наблюдается.

В начале индукционного периода имеет место некоторое увеличение дисперсности казеиновых частиц вследствие процесса их дезинтеграции, скорость которого превышает скорость агрегации частиц. Это обусловлено начавшимся процессом разрушения внутренней упорядоченности элементов казеиновых частиц. В средней части индукционного периода скорости обоих процессов становятся равными. Затем в конце периода скорость агрегации частиц увеличивается и после его завершения достигает максимума.

Таким образом, во время этого периода параллельно с гидролизом имеют место сложные изменения дисперсности структур.

После завершения индукционного периода продолжается формирование структуры с нарастающей скоростью. Вначале происходит агрегация отдельных параказеиновых частиц, т. е. так называемая флокуляция. Далее следует стадия формирования трехмерной пространственной структуры. В конце свертывания образовавшийся сгусток представляет собой высший уровень организации структуры. Модуль эластичности у него меньше модуля упругости. Поэтому сычужный сгусток следует считать эластичной системой.

Реологические показатели сгустка зависят от концентрации казеина и солей кальция в молоке, его кислотности и температуры свертывания. При низком содержании белка получается непрочный сгусток и при его обработке увеличиваются потери белка и жира с сывороткой. Добавление солей кальция и повышение кислотности в допускаемых пределах повышают прочность и эластичность сгустка. Это положительно влияет на синерезис, выход продукта и его консистенцию.

Целью обработки сгустка является создание условий для микробиологических и ферментативных процессов, необходимых для выработки сыра. Это достигается удалением влаги. В полученной сырной массе должно оставаться определенное количество сыворотки с растворенными в ней молочным сахаром и солями.

Благодаря оптимальному температурному режиму происходит непрерывный рост количества молочнокислых бактерий. В образовавшемся сгустке объем микрофлоры в несколько раз больше, чем в исходном молоке. В дальнейшем, при его обработке, особенно в момент разрезания и отделения сыворотки от сырной массы, происходит распределение микрофлоры между ними. С этого момента наблюдается резкое расхождение в темпах развития микрофлоры. Накопление микроорганизмов усиленно происходит в сырной массе и гораздо меньше в сыворотке. В сгустке обычно остается 70% микрофлоры. Регулирование развития микрофлоры в первую очередь обеспечивается влажностью, температурой и продолжительностью обработки сгустка. Для этого последовательно осуществляют следующие операции: разрезку сгустка и постановку сырного зерна, его вымешивание, второе нагревание и вымешивание после него. Продолжительность этих операций строго не лимитируется – она зависит от вида сыра, свойств сгустка и сырного зерна, интенсивности развития молочнокислого процесса. Ориентировочная продолжительность упомянутых операций указывается в инструкциях по выработке отдельных видов сыров.

Разрезку сгустка и постановку сырного зерна производят механическими мешалками, скорость движения которых регулируют в соответствии с требуемой степенью дробления сгустка. При этом необходимо

обеспечить получение сырного зерна требуемых размеров при максимально возможной однородности его по этому показателю и минимальном образовании сырной пыли. Продолжительность разрезки сгустка и постановки сырного зерна составляет 15–20 мин.

Во время постановки сырного зерна, как правило, удаляют 20–40% сыворотки от первоначального количества перерабатываемого молока.

После постановки зерно вымешивают. Продолжительность вымешивания зависит от скорости обезвоживания зерна и развития молочнокислого процесса и определяется по степени уплотнения зерна и нарастанию титруемой кислотности сыворотки.

Все приемы обработки сырной массы при производстве как твердых, так и мягких сыров направлены на регулирование синерезиса в целях создания оптимальных условий для микробиологических и физико-химических процессов, формирующих тот или иной вид сыра. На интенсивность выделения сыворотки оказывает влияние целый ряд факторов: жирность молока, количество молокосвертывающего фермента, концентрация солей кальция, кислотность молока и др. Повышение жирности смеси замедляет выделение сыворотки. Понижение дисперсности жира также тормозит синерезис. В этих случаях необходимо усилить действие факторов, способствующих отделению сыворотки. При переработке более жирного молока следует уменьшить размер сырного зерна и повысить температуру второго нагревания.

Использование повышенной дозы сычужного фермента способствует получению более плотного сгустка и понижению скорости синерезиса. Также имеет значение вид применяемого молокосвертывающего фермента. При высокой протеолитической активности нарушается пространственная структура параказеина. Это ведет к уменьшению его способности к отделению сыворотки.

Растворимые соли кальция способствуют получению прочного, быстро обезвоживающегося сгустка. При их добавлении усиливается выделение сыворотки из сырной массы. Этим приемом широко пользуются для ускорения выделения сыворотки, особенно при переработке сычужно-вялого молока, образующего под действием сычужного фермента непрочный, вялый сгусток, из которого сыворотка выделяется медленно.

Изменение кислотности молока, а в дальнейшем и сырной массы, является основным фактором, влияющим на выделение сыворотки из сырной массы в процессе ее обработки. Как известно, белки в молоке находятся в набухшем состоянии и способны удерживать воду благодаря своей электрозаряженности. При увеличении кислотности молока или добавлении кислоты электрозаряженность белков снижается и они те-

ряют способность удерживать влагу, то есть наступает дегидратация белков. Поэтому при прочих равных условиях, чем выше кислотность сырной массы, тем она обезвоживается интенсивнее. Этим объясняется то, что сгусток из зрелого молока легче отдает сыворотку, чем сгусток из незрелого.

Молоко низкой кислотности образует сгусток, из которого сыворотка выделяется медленно. В таких случаях необходимо усилить отделение сыворотки при помощи других факторов, например более высокой температуры, большего измельчения сгустка. Из молока с повышенной кислотностью (зрелостью выше нормы) получается сгусток, который интенсивно отдает сыворотку, поэтому сырная масса сильно обезвоживается, вследствие чего ухудшается качество сыра. В этих случаях необходимо несколько затормозить синерезис, понижая температуру свертывания молока и обработки сгустка. От интенсивности синерезиса зависит продолжительность вымешивания смеси сыворотки с сырным зерном до второго нагревания.

Цель второго нагревания – усиление выделения сыворотки и создание условий для регулирования развития некоторых видов молочнокислой микрофлоры. Температура и продолжительность второго нагревания оказывают значительное влияние на микробиологические и биохимические процессы в сыре, а следовательно, на формирование органолептических показателей готового продукта. Поэтому установление оптимальной для данного вида сыра температуры второго нагревания является важнейшим условием получения высококачественного сыра.

Перед вторым нагреванием допускается удаление еще до 25% сыворотки от первоначального количества молока. Следует принять меры для предотвращения комкования сырного зерна и своевременного дробления образовавшихся комков. Во избежание комкования сырного зерна второе нагревание следует проводить со скоростью не более 1–2 °С в мин и при интенсивном вымешивании.

Различают высокую, среднюю и низкую температуры второго нагревания. Низкая температура обработки сырной массы, применяемая в основном для производства мягких сыров, совпадает с температурой, необходимой для регулирования микробиологических процессов в молоке и сырной массе, а также для образования сгустка. Поэтому при выработке этих сыров молоко нагревают только один раз перед свертыванием до 28–30 °С.

Средняя температура обработки сырной массы, применяемая для выработки большинства твердых сыров, несколько выше температуры, необходимой для микробиологических процессов и образования сгустка. Поэтому при выработке этих сыров используют двукратное нагрева-

ние: первое – перед свертыванием – до 30–33 °С и второе – до 36–42 °С – в процессе обработки после измельчения сгустка. Эти сыры относятся к группе сыров с низкой температурой второго нагревания.

Высокая температура обработки сырной массы, применяемая для производства бийского, швейцарского, советского, горного и алтайского сыров, намного выше температуры образования сгустка и его обработки. Поэтому для данных сыров наиболее оправдано двухкратное нагревание: первое – для свертывания – до 32–35 °С и второе – для окончательного обезвоживания массы – до 58 °С.

В редких случаях, когда по каким-либо причинам сгусток не уплотняется, можно начать второе нагревание и раньше. Вторым нагреванием при производстве сыра фактически регулируют и направляют микробиологические и ферментативные процессы таким образом, чтобы получить желаемый тип сыра.

Чем медленнее нагревается сырное зерно, тем интенсивнее идет обезвоживание. Если надо повысить температуру на 4–5 °С, можно нагревать сразу, если же на 20–25 °С, то лучше нагревать постепенно и при постоянном помешивании, чтобы избежать комкования сырных зерен.

От правильной обработки сгустка, а в дальнейшем и сырного зерна, зависит качество сыра, так как начало созревания закладывается еще до формования.

Сыворотка выделяется из зерна, просачиваясь через капилляры, открывающиеся на его поверхности. Следовательно, чем больше общая поверхность сырных зерен, тем больше сумма сечений капилляров, по которым выделяется сыворотка.

Для получения большой суммарной поверхности сгусток разрезают на мелкие зерна. Чем меньше размер зерна, тем больше при прочих равных условиях выделяется сыворотки, быстрее обезвоживается сырная масса и меньше влаги содержит свежесформованный сыр. Значит, чем меньше влаги в сырной массе, тем мельче зерно.

При производстве твердых сыров сгусток разрезают и обрабатывают различными инструментами (ножи, лира, арфа) на зерна диаметром от 2 мм до 3 см, в зависимости от вида сыра. Самое мелкое зерно (от 2 до 5 мм) получают при производстве швейцарского сыра, а самое крупное (от 1 до 3 см) – при выработке рассольных сыров типа чанах и брынзы. При производстве же мягких сыров часто сгусток не разрезают, а переносят его в формы.

Продолжительность вымешивания после второго нагревания для сыров с низкотемпературной обработкой сырной массы составляет 15–30 мин, а для сыров с высокотемпературной обработкой – от 40 до 60 мин.

Для повышения влажности сырной массы во время второго нагревания или сразу после него проводят частичную посолку. При замедленном обезвоживании сырного зерна частичную посолку его проводить не следует во избежание получения сыра с повышенной массовой долей влаги.

Доза поваренной соли, используемой для частичной посолки в зерне, обычно составляет от 200 до 300 г на 100 кг перерабатываемого молока (для российского сыра – от 500 до 700 г). Для частичной посолки поваренную соль предварительно растворяют в горячей (с температурой не ниже 90 °С) воде. Концентрация рассола – около 20%.

Интенсивность молочнокислого процесса во время производства сыра зависит от качества сырья, активности и видового состава микрофлоры закваски, количества перешедшего в сыр молочного сахара. Для регулирования кислотности сыра и предотвращения излишнего повышения уровня активной кислотности в случае необходимости проводят разбавление сыворотки водой. Доза воды зависит от интенсивности развития молочнокислого процесса во время обработки сырного зерна, что определяется по нарастанию кислотности сыворотки до второго нагревания и по характеру изменения активной кислотности в сырах предыдущих выработок. Обычно она составляет от 5 до 15% от количества перерабатываемого молока. Разбавление сыворотки проводят в начале второго нагревания питьевой водой, пастеризованной при температуре не ниже 85 °С. Разбавление сыворотки водой, помимо понижения в сыре количества лактозы и повышения величины pH, снижает обезвоживание зерна. Повышение влажности в зависимости от количества добавленной в сыворотку воды больше в случае применения частичной посолки при одной концентрации соли. В зависимости от степени разбавления кислотность сыворотки снижается на 0,5–2 °Т.

Глава 27. Формование, прессование и посолка сыра

Формование сыра

Целью формования является отделение сыворотки от сырной массы и придание ей нужной формы и размеров: шаровидной, цилиндрической, прямоугольной, квадратной и др. С изменением формы изменяется и площадь поверхности. При одной и той же массе наименьшую поверхность будет иметь сыр круглой формы, затем цилиндрической, квадратной и прямоугольной. С увеличением массы сыра удельная поверхность уменьшается. Швейцарский сыр, имея большие массу и размеры, отличается малой удельной поверхностью, равной примерно 280–300 $см^2$ на единицу массы.

Благодаря такой поверхности в швейцарском сыре долго сохраняется повышенная температура во время формования и прессования, создаются лучшие условия для развития анаэробной микрофлоры, он медленно теряет влагу и просаливается.

Применяют три основных способа формования: из пласта, насыпью и наливом. Использование того или иного способа формования определяется, в основном, требованиями к структуре и рисунку сыра.

Из пласта формуют сыры с рисунком из правильных круглых глазков, образующихся в процессе созревания сыра за счет накопления в нем газообразных продуктов.

При формовании сыров насыпью или наливом в сырной массе остаются заполненные воздухом или сывороткой пустоты неправильной угловатой формы, образующие характерный «пустотный» рисунок.

Для формования из пласта применяют формовочные аппараты, в которые сырное зерно с сывороткой подается насосом или самотеком. Независимо от конструктивных особенностей они предназначаются для выполнения следующих технологических операций: образования из зерна монолита сырной массы – сырного пласта, подпрессовки его и затем разрезки на куски требуемых размеров.

Во время формования сырному зерну дают осесть на дно формовочного аппарата под слоем сыворотки в течение 10–20 мин. За это время осевшие зерна образуют пласт без пустот. Одновременно с образованием пласта отделяется захваченная с зерном сыворотка. Полученный пласт обязательно подпрессовывают под давлением от 1 до 10 кПа. Пласт после прессования должен быть упругим и иметь гладкую поверхность.

Полученный пласт разрезают обычным или специальным ножом на равные куски, согласно предварительной разметке, и помещают в фор-

мы, которые закрывают крышкой. Положительным в формовании из пласта является то, что в этом случае легче получить более плотное тесто, следовательно, и более правильную форму глазков, а также одинаковые по массе головки сыра. В то же время недостатком этого способа является прерывность процесса, вследствие чего нарушается поточность и затруднены механизация и автоматизация производства.

В производстве сыров с пустотным рисунком неправильной формы используют формование насыпью. Сырная масса отделяется от сыворотки методом фильтрации, которую осуществляют при помощи дренажного материала. Смесь сырного зерна с сывороткой, после предварительного удаления части сыворотки из сыроизготовителя подается в отделитель сыворотки. Количество оставшейся смеси сыворотки с зерном должно составлять около 30–40% от объема перерабатываемого молока. Отделенное сырное зерно направляют в индивидуальные или групповые формы. Обычно формы предварительно выстилают влажной чистой бязью, лавсаном или серпянкой. Зерно в формах уплотняют, натягивают дренажный материал, концы укладывают аккуратно на поверхности сыра и прессуют. Формование также может проводиться в перфорированных формах.

При формовании насыпью между зернами сырной массы остается большое количество воздуха, удалить который последующим прессованием не удается. Поэтому сыр имеет рыхлую, пористую структуру и рисунок неправильной формы.

Формование наливом производят, подавая смесь сыворотки с зерном непосредственно в сырную форму. Предварительно удаляют 50–70% сыворотки. Сыворотка фильтруется через дренированные стенки формы. Этим способом можно формовать сыры с правильным или пустотным рисунком. В первом случае поддерживают уровень сыворотки выше формуемой массы до образования цельного куска сырной массы. Формование наливом можно производить в одиночные, групповые, а также в большие формы, обеспечивающие получение крупноблочных сыров.

Для получения одинаковых по массе головок сыра необходимо сырную массу в сыроизготовителе постоянно размешивать, чтобы в единице объема сыворотки было одинаковое количество зерна.

При формовании насыпью и наливом внутренние размеры форм обеспечивают необходимую дозировку сырной массы.

В производстве мягких сыров формование производят выкладыванием сгустка в формы кусками. В этом случае применяют групповые или индивидуальные формы, в которых затем происходит самопрессование.

Прессование сыра

Цель прессования заключается в обезвоживании, образовании сплошной структуры сырной массы. При этом она должна приобрести требуемую геометрическую форму вырабатываемого сыра и замкнутую поверхность.

Прессование сыра осуществляется в специальных формах. В зависимости от вида дренажного материала, прессование подразделяется на салфеточное и бессалфеточное.

Начальной стадией является самопрессование. Это выдержка сырной массы в формах без нагрузки для удаления свободной сыворотки из сформованного сыра. Сыворотка удаляется самопроизвольно под действием гравитационных и капиллярных сил через рыхлую, несвязную сырную массу. В этот период продолжается молочнокислый процесс. Скорость процесса обезвоживания во время самопрессования определяется, в основном, температурой и кислотностью среды. Достаточная продолжительность самопрессования, периодическое переворачивание сырной массы с целью обеспечения равномерного ее обезвоживания и уплотнения, а также постепенное повышение давления при последующем прессовании являются важными условиями, обеспечивающими более полное удаление из сыра межзерновой влаги. Для прессуемых сыров стадия самопрессования предшествует прессованию, для самопрессующихся сыров (с нежной структурой) – является конечной операцией обезвоживания и уплотнения сырной массы. При выработке отдельных видов прессуемых сыров самопрессование отсутствует. В сырах, подвергаемых прессованию, процесс самопрессования длится 25–60 мин. При использовании обычных форм сырную массу заворачивают в дренажный материал. Он способствует лучшему отделению сыворотки и образованию замкнутой поверхности. При использовании перфорированных форм продолжительность самопрессования больше.

Сокращение или исключение самопрессования в производстве прессуемых сыров, для которых оно предусмотрено типовой технологией, приводят к излишнему накоплению сыворотки. Это может способствовать развитию ряда пороков сыра (излишнего газообразования, кислого вкуса, крошливой консистенции, образованию микротрещин на поверхности сыра).

Для сыров, вырабатываемых с применением только самопрессования, процесс длится от 8 до 24 ч. Сыры переворачивают 5–8 раз за все время самопрессования. В связи с тем, что при самопрессовании продолжается молочнокислый процесс и выделяется сыворотка, процесс надо проводить при 18–20 °С. Окончание самопрессования определяют по прекращению выделения сыворотки из сыра.

При выработке многих твердых сыров для соединения зерен в один монолит недостаточно самопрессования, необходимо принудительное прессование под давлением. Во время прессования молочнокислое брожение и выделение сыворотки продолжаются. При этом ускоряются уплотнение массы и выделение несвязанной сыворотки. Температуру устанавливают такую же, как и при самопрессовании. Продолжительность прессования зависит от вида сыра и составляет от 2 до 16 ч. Сыр с плотной структурой прессуют под большим давлением. Так, чеддер прессуют под нагрузкой 84 кПа, швейцарский сыр – 64 кПа, голландский брусковый, степной – от 35 до 40 кПа, угличский – от 24 до 28 кПа. Давление постепенно увеличивают. Чем больше влаги в сыре, тем ниже должно быть давление в начале прессования. Для сыров типа голландского рекомендуемая продолжительность стадии плавного повышения давления составляет от 15 до 20 мин. Повышение давления проводится обычно после перепрессовок сыра, количество ступеней зависит от вида сыра, давления и продолжительности прессования.

Прессование заканчивают после достаточного обезвоживания и достижения уровня активной кислотности pH 5,3–5,9. Это соответствует оптимальному уровню молочнокислого брожения. После прессования поверхность сыра должна быть гладкая, ровная, без трещин и морщин.

В процессе прессования сыры маркируют согласно техническим условиям.

Посолка сыра

Цель посолки – придание сыру определенного вкуса и регулирование микробиологических и ферментативных процессов. Сыры содержат от 1,5 до 8% соли, при этом твердые – от 1,5 до 3,5%, некоторые сыры, созревающие при участии плесени (рокфор) – до 5, рассольные – от 4 до 8%.

Таким образом, каждый вид сыра должен содержать определенное количество соли, влияющее на формирование его видовых показателей.

Посолку производят разными способами: сухой солью, соляной гущей и рассолом. Сухой солью солят сыр чеддер в измельченном виде до прессования. Сухую соль обычно применяют для некоторых сыров, созревающих в воздушной среде в формах, в первые 1–2 дня во избежание деформации. Сыры с гладкой поверхностью иногда солят соляной гущей (соль, смоченная небольшим количеством воды). Недостаток этого способа посола – неравномерность посолки по всей поверхности и сильное обезвоживание свежего сыра; положительная сторона – точная дозировка.

Наиболее рационально проводить посолку сыра в рассоле. Концентрация поваренной соли в рассоле равняется 18–24%. При принудитель-

ной циркуляции концентрацию поддерживают равной 18–20%. Температура рассола – 8–12 °С, а титруемая кислотность – не выше 35 °Т. Более высокая температура может вызвать излишнее газообразование в сыре за счет активизации деятельности посторонней, а иногда и молочнокислой гетероферментативной микрофлоры. Низкая же температура рассола излишне замедляет газообразование в сыре. Допускается снижение температуры рассола до 6 °С включительно. Рассол может быть сывороточным или водным. Сывороточный рассол рекомендуется использовать для посолки рассольных сыров. Он может быть менее концентрированным, чем водный.

При приготовлении рассола на сыворотке ее необходимо пропастеризовать, осадить альбумин и отделить его от сыворотки. В осветленной таким образом сыворотке растворяют соль в количестве, необходимом для посолки сыра. Достоинством применения сывороточного рассола является то, что сыры остаются мягкими, сильно не обезвоживаются и не содержат излишнего количества соли. Недостатком сывороточного рассола является то, что он быстрее портится при неблагоприятных условиях хранения. Свежий рассол готовят растворением пищевой поваренной соли не ниже первого сорта в питьевой воде с температурой 70–90 °С. Насыщенный раствор поваренной соли после частичного отстоя очищают путем сепарирования или фильтрования, пастеризуют при температуре 75–85 °С, охлаждают и направляют в бассейн для посолки сыра. Обычно рассол готовят в емкости, обеспечивающей заполнение одного солильного бассейна. Посолку сыров осуществляют путем погружения контейнеров с ними в солильные бассейны.

Во время посолки происходят два массообменных процесса. В первую очередь – это диффузия поваренной соли в сыр. Осуществляется из-за разности ее концентрации в рассоле и сырной массе. В то же время имеет место обратный поток сыворотки из продукта в рассол, обусловливаемый разным осмотическим давлением.

Содержание соли в сыре зависит от размеров сыров, их удельной поверхности, содержания влаги в сыре, температуры, кислотности и концентрации рассола и количества соли, установленного стандартом для того или иного вида сыра, продолжительности посолки, замкнутости поверхностного слоя. Размеры сыров и их удельная поверхность играют решающую роль при посолке. При одинаковой удельной поверхности сыр большего размера должен оставаться в рассоле дольше, а при одинаковой массе сыр с большей удельной поверхностью просаливается быстрее. Так, сыр массой 4–5 кг круглой формы при одних и тех же условиях должен оставаться в рассоле 8–9 дней, а прямоугольной или квадратной – только 5–6 дней.

Самопрессующиеся сыры с неровной шероховатой поверхностью при равных условиях просаливаются быстрее, чем прессующиеся под грузом. Продолжительность просаливания имеет значение и в регулировании микробиологических процессов, протекающих в сыре.

На скорость просаливания влияет влажность сыра. Сыры с большим содержанием влаги скорее просаливаются, так как обладают более грубой пористостью, облегчающей проникновение соли в сыр и диффузию сыворотки. Кроме того, такие сыры при посолке теряют в массе больше, чем сыры с меньшим содержанием влаги.

При частичной посолке в зерне прессуемых твердых сыров продолжительность посолки сокращается на 0,5–1,0 сутки.

Для более быстрого охлаждения сыра допускается выдержка его перед посолкой в воде с температурой 2–6 °С в течение 3–5 ч.

Для поддержания равномерной концентрации и температуры во всей массе рассола осуществляют его принудительную циркуляцию. Для снижения температуры рассол охлаждают при помощи охладителя.

При влагопереносе из сыра в рассол последний обогащается молочной кислотой, водорастворимыми азотсодержащими веществами белкового происхождения, фосфатами и солями кальция. Лактоза в небольшом количестве попадает в рассол путем уноса с водой и самостоятельно не диффундирует. Продукты ее брожения не могут оказывать заметного влияния на кислотность рассола. Титруемая кислотность рассола постоянно повышается. Интенсивность обмена молочной кислоты между сыром и рассолом обусловливается градиентом активной кислотности. В тех случаях, когда активная кислотность рассола меньше, чем у сыра, молочная кислота диффундирует из него. В противоположном случае она переходит из рассола в сыр. Поэтому активная кислотность рассола должна быть несколько ниже, чем у сыра, подвергающегося посолке. Для прессуемых сыров это соответствует величине pH 5,1–5,5, а для мягких – pH 4,6–5,0. Из-за меняющейся буферности рассола, вследствие содержания в нем минеральных солей и водорастворимых соединений молочного происхождения, титруемая кислотность рассола неточно показывает влияние молочной кислоты на влагообмен.

Во время посолки в рассоле уменьшается концентрация соли и он загрязняется частицами белка. Поэтому целесообразно на дне солильных бассейнов иметь слой нерастворившейся соли, которая при циркуляции рассола восстанавливает его концентрацию. Охлаждение, фильтрование и нейтрализацию рассола осуществляют при помощи нормализатора. Для нейтрализации применяют мел или известь. Рассол фильтруется, нейтрализуется, обогащается солью и охлаждается. Его перио-

дически пастеризуют при температуре 80–85 °С. Но это требует больших энергетических затрат.

В последнее время для регенерации рассола стали применять ультрафильтрационные установки. Они обеспечивают непрерывное удаление бактерий, дрожжей и спор плесеней, а также частиц белка и позволяют исключить замену старого рассола новым. В установках используются модули на основе полых волокон из полисульфана. Химический состав рассола остается неизменным. Количество загрязненного концентрата составляет 0,5–1,0% от рассола. С целью обеспечения высоких санитарно-гигиенических показателей рассол следует подвергать ультрафильтрации 1–2 раза в неделю.

При посолке поверхностный слой сыра сильно обезвоживается. В сырах, формируемых из пласта, соль проникает на глубину 1,5–3,0 см. Благодаря очень высокой концентрации поваренной соли существенно изменяется коллоидно-химическое состояние белка. В результате поверхностный слой сыра становится твердым, малоэластичным, к тому же сокращается в объеме. Поэтому сыр после посолки требует очень бережного обращения, так как любая, даже незначительная деформация сопровождается образованием трещин на его поверхности. Корковый слой остается менее гидрофильным в течение всего периода созревания. Середина сыра в отсутствие соли остается мягкой и эластичной. Это благоприятствует образованию правильного рисунка. Соль равномерно распределяется в головке сыра за 1,5–2,5 мес.

Температура солильных помещений должна быть в пределах 8–12 °С, относительная влажность воздуха – 92–96%. В солильных камерах помимо бассейнов часто устраивают и стеллажи для обсушки сыров после изъятия их из рассола. В зависимости от вида, сыры выдерживают на стеллажах от 2 до 15 дней.

Глава 28. Созревание сыра

Характеристика процесса созревания

Целью созревания является придание продукту определенных органолептических свойств (вкус и запах, консистенция, рисунок). Этого добиваются созданием направленного и регулируемого изменения составных частей молока, перешедших в сыр. При этом в зависимости от вида сыра при его созревании изменяются все составные части молока (молочный сахар, белки, жир, соли и др.).

Технология производства сыров в основном базируется на биохимических и физико-химических превращениях составных частей молока, переходящих в продукт. При этом биохимические процессы обусловливаются бактериальными ферментными системами и ферментами молокосвертывающих препаратов, характер и интенсивность действия которых в свою очередь, зависит от целого ряда условий, создаваемых во время технологического процесса производства. Физико-химические изменения зависят от количества продуктов, накапливающихся в результате биохимического превращения составных компонентов, от содержания соли, влажности и пр. Оба типа превращений тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены. В частности, физико-химические превращения, вызванные биохимическими изменениями по принципу обратной связи, активно действуют на протекание микробиологических и биохимических процессов.

Вследствие изменения составных компонентов молока сыр приобретает определенные вкус и запах, консистенцию, цвет и рисунок, свойственные данному виду.

Таким образом, созревание сыра – это сложная совокупность биохимических, микробиологических, физико-химических процессов, происходящих в сырной массе. Основной движущей силой этого процесса является микрофлора. Изменение составных частей сыра происходит под влиянием бактериальных экзоферментов и эндоферментов.

В зрелом молоке должны преобладать молочнокислые, полезные для сыра микроорганизмы. Для большинства сыров в 1 мл молока должно содержаться примерно от 1 до 15 млн. клеток, что обеспечивает довольно интенсивное их накопление в процессе последующей обработки сырной массы. Влияние микрофлоры молока распространяется и на последующие стадии созревания сыра. Особенно это заметно в его начальной стадии, поскольку интенсивность микробиологических процессов в этой стадии зависит от объема и состава микрофлоры, которая накопилась в молоке к моменту производства сыра.

Таким образом, созревание сыра начинается с активного развития молочнокислых бактерий в молоке. Большинство их остается в сгустке

и только небольшая часть переходит в сыворотку. Во время разрезки сгустка и обработки сырного зерна микроорганизмы развиваются очень быстро.

Характер, объем и интенсивность микробиологических процессов во время обработки сырной массы в сыроизготовителе непосредственно действуют на микробиологические процессы, протекающие в сыре при созревании. Так, при изготовлении латвийского и других сыров с низкой температурой второго нагревания (36–38 °С) в течение всей обработки сырного зерна создаются благоприятные условия для развития молочнокислых бактерий, которые сразу же начинают усиленно размножаться, и их количество значительно увеличивается не только за счет уплотнения зерна, но и за счет большого содержания влаги в нем.

Количество микробов в 1 г сырной массы в момент формования достигает сотен миллионов и даже нескольких миллиардов, но накопление начальной микрофлоры в сыре не заканчивается. В сформованном сыре микробиологические процессы продолжаются.

Развитию большого объема микрофлоры в сырах способствует высокое содержание белка, который защищает микробы от вредного влияния продуктов их жизнедеятельности.

Микрофлора большинства видов свежих сыров почти полностью состоит из молочнокислых бактерий. При этом в первой стадии созревания преобладают стрептококки, а во второй – молочнокислые палочки. Количество молочнокислых бактерий в 1 г уже в первые дни созревания достигает нескольких миллиардов, как, например, у латвийского сыра. Затем объем микрофлоры постепенно уменьшается, и через 10 сут микробиологические процессы протекают относительно медленнее. Характерно, что в латвийском сыре в начале созревания, которое длится 60 дней, количество молочнокислых стрептококков составляет почти 100%, и только в 3 месячном возрасте начинают преобладать молочнокислые палочки. Благодаря такому большому объему микрофлоры созревание латвийского сыра завершается к 2 мес. Несколько продолжительнее созревание голландского сыра, и соответственно объем микрофлоры в этом сыре меньше, чем в латвийском. Созревание голландского сыра также протекает под влиянием молочнокислых стрептококков, количество которых в течение всего срока созревания превышает количество молочнокислых палочек. В отличие от латвийского в созревании голландского сыра последние участвуют примерно с месячного возраста (табл. 28.1).

При производстве голландского сыра создаются благоприятные условия для развития микробов, так как температура второго нагревания составляет 38–42 °С. Однако в этих сырах максимальное количество

28.1. Динамика микробиологических процессов в голландском и костромском сырах

Возраст сыра	Общее количество молочнокислых бактерий в 1 г, млн.	
	Голландский сыр	Костромской сыр
Сыр после пресса	1423	1406
5 дней	3536	3621
10 дней	3243	3310
30 дней	1272	1187
45 дней	432	397
75 дней	108	–

микрофлоры наблюдается на 5-е сутки, а в дальнейшем до 30-суточного возраста оно постепенно уменьшается. В сыре 2-месячного возраста содержится очень небольшое количество микробов.

Высокая температура второго нагревания, равная 56–58 °С, в производстве швейцарского сыра оказывает своеобразное влияние на количественный и качественный состав микрофлоры. Общее количество ее в 1 г двухсуточного сыра – несколько более 1 млрд., затем оно постепенно снижается. В швейцарском сыре очень рано начинают действовать молочнокислые палочки. Если перед формованием в зерне содержится 95,0% молочнокислых стрептококков, то уже в односуточном сыре из-под пресса количество палочек составляет 80% всей микрофлоры. Этому способствует большой размер сыров, благодаря чему во время прессования в них долго сохраняется высокая температура, близкая к оптимальной для развития молочнокислых палочек. Затем постепенно сыр охлаждается, в результате чего вновь начинает преобладать группа стрептококков.

В дальнейшем, как известно, сыры типа швейцарского поступают в теплую камеру, в которой они остаются от 20 до 40 дней. Опять изменяется соотношение групп молочнокислых стрептококков и палочек, количество их становится одинаковым. По истечении этого периода и до конца созревания, как и в других сырах, начинает преобладать группа молочнокислых палочек.

Сыры типа швейцарского созревают относительно медленнее (до 6 мес.) вследствие небольшого объема микрофлоры, который уменьшается под действием высокой температуры второго нагревания.

В эту группу входит также советский сыр. Его вырабатывают из пастеризованного молока. В отличие от швейцарского сырная масса советского сыра нагревается до более низких температур (52–55 °С). Сыр имеет меньшие размеры по сравнению со швейцарским и форму в виде бруска. Все указанные различия несколько меняют характер микробиологических процессов, происходящих во время его производства.

В сырном зерне в конце обработки молочнокислых палочек больше, чем стрептококков (65% общего количества). В 3-суточном сыре наблюдается максимум объема микрофлоры – 1453 млн/г, причем палочки составляют уже около 56%. Это объясняется тем, что при посолке температура сыра понижается и создаются благоприятные условия для стрептококков.

В советском сыре количество стрептококков во все время созревания держится на высоком уровне 35–45% общего объема микрофлоры.

Количество микроорганизмов в швейцарском и советском сырах значительно меньше, чем во всех других (табл. 28.2).

Сыр чанах относится к группе рассольных сыров, которые с момента приготовления и до потребления находятся в рассоле. Специфические условия созревания и хранения сыров этой группы резко отличаются от других, созревающих при участии мезофильных молочнокислых бактерий, с низкой температурой второго нагревания (голландский, латвийский и пр.).

Ведущая роль в процессе созревания сыра чанах, как и при созревании голландского и латвийского, принадлежит молочнокислым стрептококкам. Более ранее развитие молочнокислых палочек в сыре чанах оказывает влияние на сроки созревания этого сыра (2 мес.), несмотря на то, что он находится в рассольной среде. Наибольшее развитие микроорганизмов в сыре чанах наблюдается на 4-е сутки, а максимальное развитие молочнокислых палочек – на 15–20-е сутки. Примерно так же протекают микробиологические процессы в грузинском сыре.

Развитие молочнокислых бактерий во всех сырах продолжается до тех пор, пока в сыре еще остается несброженный молочный сахар. После полного сбраживания количество молочнокислых бактерий в сыре постепенно снижается до конца созревания. Следовательно, объем микрофлоры больше в том сыре, в котором содержится больше сыворотки, а вместе с ней и больше молочного сахара.

Несмотря на уменьшение количества микроорганизмов в начальной стадии созревания сыров, расщепление составных частей проходит непрерывно с монотонно снижающейся скоростью к концу созревания.

28.2. Содержание микроорганизмов в сыре 10-дневного возраста

Сыр	Количество микроорганизмов в 1 г, млн.	Сыр	Количество микроорганизмов в 1 г, млн.
Швейцарский	476	Русский камамбер	2812
Советский	570		
Голландский	1552	Чанах	1700
Брынза	2500	Латвийский	4905

Во второй половине созревания гидролитические процессы обеспечиваются эндоферментами микрофлоры и ферментами молокосвертывающих препаратов. При этом наиболее интенсивно проходят протеолитические процессы. Жир изменяется в небольшой степени.

Вследствие совокупного превращения составных частей сырной массы в конечном итоге формируются присущие каждому продукту видовые показатели, среди которых наиболее важными являются органолептические.

Изменение состава и свойств сыра при созревании

В процессе созревания сыров наиболее интенсивным превращениям подвергается лактоза. Под влиянием образовавшейся молочной кислоты повышается активная кислотность. Вследствие этого меняются физико-химические свойства параказеинового комплекса, создаются неблагоприятные условия для развития технологически вредной немолочнокислой микрофлоры, регулируется активность ферментативных протеолитических систем и интенсивность молочнокислого процесса. Под влиянием эндо- и экзоферментных систем молочнокислой микрофлоры в совокупности с ферментами молокосвертывающих препаратов происходят протеолитические и липолитические процессы. Продукты глубокого протеолиза используются микрофлорой для конструктивного обмена. Так в общих чертах выглядит взаимосвязь физико-химических, микробиологических и биохимических процессов производства сыров.

Изменение белков. В созревании твердых сыров основная роль принадлежит белкам, главным образом, казеину. Изменение казеина начинается с момента начала действия на него ферментов молокосвертывающего препарата, которые переводят казеин в параказеин. В дальнейшем параказеин изменяется уже в сформованном сыре – под влиянием молочной кислоты, поваренной соли и в самой большой степени под влиянием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами, частично – молокосвертывающих препаратов и нативных ферментов молока. Последние оказывают небольшое влияние на протеолиз, продуцируя аминокислоты и пептиды. Главную роль в расщеплении параказеина играют ферменты молочнокислых бактерий. Они действуют совместно с молокосвертывающими ферментами.

Параказеин при созревании сыра начинает распадаться на более простые соединения, содержащие азот. Вначале появляются альбумозы, затем пептоны, пептиды и аминокислоты. Возможен распад параказеина с отщеплением аминокислот до образования полипептидов. В сырах параказеин распадается одновременно по указанным двум путям, так как уже в начале созревания отмечается увеличение содержания в сырах

как аминокислот, так и более сложных промежуточных продуктов распада параказеина.

Во время созревания гидролизуется меньшая часть параказеина. Продукты распада растворяются в воде. Они разделяются на белковые (протеозы и полипетиды высокого молекулярного веса) и небелковые (полипептиды, амины, аммиак) азотсодержащие вещества.

В разных сырах образуется неодинаковое количество продуктов распада белков. В табл. 28.3 приведены соотношения форм азотистых веществ в зрелых сырах.

В мягких сырах (дорогобужском, закусочном, рокфоре) содержится от 50,5 до 70% растворимого азота, тогда как в твердых сырах (швейцарском, советском, московском, голландском, ярославском) его намного меньше – от 20 до 30%. В латвийском и близких к нему сырах растворимого азота больше, чем в твердых, и меньше, чем в мягких. Наконец, меньше всего растворимого азота в рассольных сырах типа брынзы. Следовательно, параказеин больше всего изменяется в мягких сырах, затем – в сырах группы латвийского, твердых и меньше всего – в рассольных.

При распаде белков в сырах накапливаются свободные аминокислоты. Методом хроматографического разделения в сырах обнаружено 12-19 свободных аминокислот. Качественный и количественный состав свободных аминокислот зависит от вида сыра, состава бактериальных заквасок, влажности, возраста сыра и др.

В процессе созревания швейцарского сыра количество свободных аминокислот изменяется следующим образом (табл. 28.4).

28.3. Содержание водорастворимых азотистых веществ в зрелых сырах, %

Сыр	Содержание азота				
	общего, % от массы сыра	% от общего азота			
		растворимого	растворимого белкового	аминного и амиачного	растворимого небелкового
Советский	4,34	22,0	7,4	9,2	14,6
Голландский	4,79	20,4	6,6	7,1	13,8
Ярославский	4,12	22,7	9,5	7,5	11,2
Латвийский	4,57	37,2	18,2	6,3	19,3
Дорогобужский	3,7	58,8	30,0	5,4	28,8
Любительский зрелый (камамбер)	3,61	69,6	19,5	27,6	50,1
Зеленый терочный	10,75	24,9	2,4	8,0	14,5
Рокфор	3,91	50,5	1,4	7,4	48,6

Как видно из приведенных данных, уже в свежем сыре образуются свободные аминокислоты. В процессе созревания сыров общее количество аминокислот непрерывно увеличивается.

В дорогобужском сыре количество свободных аминокислот меньше в несколько раз, чем в голландском. По мере созревания сыров концентрация одних кислот возрастает, других – достигает максимума, а затем снижается. Аминокислоты под действием ферментов микроорганизмов дезаминируются, декарбоксилируются, вступают в реакцию переаминирования и подвергаются другим изменениям. В результате образуется целый ряд химических соединений, играющих большую роль в формировании вкуса и аромата сыра.

Установлено, что каждый вид сыра имеет свой характер накопления свободных аминокислот и присущий ему набор. Так, в зрелом сыре в пересчете на обезжиренное сухое вещество массовая доля свободных аминокислот достигает (в мг на 100 г сыра): в швейцарском – 1800–2500, советском – 3500–4500, горном – 4000–4500, костромском – 1400–2100, голландском – 1500–2200, брынзе – 1000–1500, сулугуни – 70–80, армянском – 800–1000, грузинском – 580–800.

Вкус и запах сыров определяют также другие продукты глубокого превращения белков – органические кислоты, аммиак, сероводород и пр.

На направленность процесса созревания сыра оказывают влияние физико-химические факторы. Автором установлено, что 1 моль параказеина может связывать до 17 моль хлористого натрия. Это вызывает повышение количества влаги, осмотически связанной параказеином.

Физико-химические превращения сырной массы, вызванные взаимодействием хлористого натрия с белковой основой сыра, накладывают отпечаток на биохимические процессы.

Электрофоретические исследования показали, что поваренная соль в первую очередь способствует протеолизу α_{s1}- и β-казеина. При отсутствии ее относительное содержание этих фракций меняется мало. Следовательно, поваренная соль также способствует интенсивному накоп-

28.4. Изменение содержания аминокислот во время созревания швейцарского сыра

Возраст сыра, дни	Количество аминокислот в 100 г сухого обезжиренного сыра, мг	Возраст сыра, дни	Количество аминокислот в 100 г сухого обезжиренного сыра, мг
Свежий сыр	42,9	90	1651,3
10	231,5	120	2011,2
20	503,1	150	2643,2
30	651,9	180	2904,6
60	1010,9		

лению водорастворимых белковых компонентов с самым высоким молекулярным весом при одновременном уменьшении количества азотистых веществ с низким молекулярным весом. Поваренная соль является одним из регуляторов процесса созревания сыра, участвуя, таким образом, в формировании видовых особенностей.

Изменение молочного сахара, молочной кислоты и ее солей. С момента подготовки молока для выработки сыра молочный сахар под влиянием микробиологических процессов подвергается брожению с образованием молочной кислоты. Накопление ее продолжается во время обработки сырной массы, при формовании и прессовании, посолке и в начальном периоде созревания. При гомоферментативном процессе в производстве твердых сыров выход молочной кислоты составляет 96–98% от молочного сахара, а при гетероферментативном – от 60 до 80%.

Гетероферментативный процесс реализуют ароматообразующие молочнокислые бактерии. Кроме молочной кислоты они продуцируют диацетил, ацетоин, уксусную кислоту, спирты, двуокись углерода и др. Эти соединения имеют важное значение в образовании вкуса и запаха сыра.

В молодом сыре уже имеется достаточное количество молочной кислоты. В дальнейшем при созревании молочный сахар сбраживается полностью в течение первых 7–10 дней. Таким образом, уже в двухнедельном сыре, независимо от его вида, молочного сахара не бывает.

В процессе созревания сыра количество молочной кислоты уменьшается. По данным ВНИИМС, максимальное количество молочной кислоты бывает в мелких сырах 10-суточного возраста и составляет 1,6–1,8%, а к концу созревания снижается до 1,1–1,3%, в крупных сырах соответственно снижается с 1,3–1,4 до 0,8–1,0%, а в мягких еще больше – с 2,0–2,3 до 0,4–0,8%. Это свидетельствует о том, что молочная кислота в процессе созревания сыра разлагается, образуя ароматические и вкусовые вещества.

Кроме того, молочная кислота способствует ускорению синерезиса и тем самым обезвоживанию сырного зерна. Под влиянием молочной кислоты параказеин, полученный при образовании сычужного сгустка, постепенно теряет кальций и превращается в монокальцийказеинат и свободный от кальция параказеинат. Помимо этого, молочная кислота соединяется непосредственно с параказеином, образуя параказеинмонолактат или параказеиндилактат. Эти соединения набухают, а параказеин не обладает этой способностью. Между тем для консистенции сыра набухаемость параказеинмонолактата и параказеиндилактата имеет решающее значение.

При недостаточном отщеплении кальция от параказеина получается сыр грубой или резинистой консистенции, а при излишнем отщеплении,

наоборот, крошливой, несвязанной консистенции. Следовательно, в сыре каждого вида должно содержаться оптимальное количество лактатов кальция. Поэтому при выработке сыров излишек лактатов удаляют с сывороткой, оставляя необходимое для данного вида количество. Это регулирует интенсивность молочнокислого брожения и обезвоживания сырной массы. Если скорость обезвоживания соответствует молочнокислому процессу, то лактатов кальция в сыре их остается немного, но если обезвоживание интенсивное, а скорость нарастания молочной кислоты в сырной массе недостаточная, то в сыре будет содержаться значительное количество. Чтобы получить сыр высокого качества, нужно регулировать скорость обезвоживания и молочнокислого брожения.

От содержания свободной молочной кислоты зависит величина активной кислотности сырной массы. Она оказывает большое влияние на физико-химические и биохимические процессы и свойства сыра. При излишнем, как и, наоборот, при недостаточном накоплении молочной кислоты консистенция и вкус сыра ухудшаются. При оптимальной кислотности сыра на 3–5-й день после прессования (pH 5,25–5,35) качество сыра бывает наиболее высоким. Накапливающаяся в сыре молочная кислота подавляет развитие газообразующих, маслянокислых и других технологически вредных бактерий. Молочная кислота также непосредственно участвует во вкусообразовании сыра. Активная кислотность зависит от интенсивности молочнокислого брожения. Ее регулируют количеством применяемой закваски, продолжительностью обработки сгустка и зерна, разбавлением сыворотки водой, охлаждением сыров после прессования холодной водой или рассолом. Большое влияние на активную кислотность оказывает влажность сырной массы после прессования. С повышением ее величина pH понижается. От величины активной кислотности зависят условия созревания сыра и его качество. Слишком высокая активная кислотность сырной массы отрицательно влияет на консистенцию сыра: потеря связанности сырной массы, появление колющегося теста. При этом рисунок может отсутствовать.

Регулирование активной кислотности сырной массы в процессе молочнокислого брожения является одним из условий ускорения протеолиза в сыре.

Помимо молочной кислоты, изменяется и лимонная кислота, которая переходит в сыр из молока. При сбраживании лимонной кислоты образуются главным образом ароматические вещества – диацетил, ацетоин и др. При интенсивном развитии ароматообразующей микрофлоры она полностью сбраживается на 10–12 день созревания сыра.

Изменение жира. В твердых сырах жир изменяется незначительно, в основном под влиянием липолитических ферментов. Они выде-

ляются молочнокислыми бактериями и другими микроорганизмами, участвующими в созревании продукта. Продукты разложения жира участвуют в образовании характерных вкуса и аромата сыра. Основная роль принадлежит низкомолекулярным жирным кислотам (уксусная, масляная, капроновая, каприловая и др.), обладающим специфическим вкусом и запахом. Высокомолекулярные жирные кислоты не имеют вкуса и запаха. Поэтому они не участвуют в формировании вкусовых качеств продукта. Низкомолекулярные жирные кислоты также образуются в результате превращений молочного сахара и аминокислот, имеющих место при созревании сыра. В результате окислительных процессов из жирных кислот образуются метилкетоны и вторичные спирты.

Автором установлено, что во время созревания твердых сыров с низкотемпературной обработкой сырной массы уменьшение количества полиненасыщенных жирных кислот достигает 11%. При этом изменение их содержания находится в прямой связи со степенью насыщенности. Больше всего уменьшается количество линолевой кислоты, далее следует линоленовая и пентеновые кислоты. Арахидоновая кислота является наиболее стойкой. Изменение количества этих кислот свидетельствует о начавшихся окислительных процессах в молочном жире во время созревания сыров. Это подтверждает уменьшение количества полиненасыщенных жирных кислот с коньюгированными двойными связями на 12%. Более стойкими из них являются триеновые кислоты, далее идут диеновые.

В процессе созревания сыров также повышается степень дестабилизации жировой фазы. В сырах голландской группы она достигает 20%. Основными причинами изменения стабильности эмульсии молочного жира является повышение активной кислотности и посолка. Изменения жира в мягких сырах происходят в большей степени, так как в их созревании участвуют плесени и микрофлора сырной слизи. У них липолитическая активность значительно выше, чем у молочнокислых бактерий. В таких сырах, как рокфор, в результате расщепления жиров накапливается значительное количество летучих жирных кислот и глицерина. Последний не обнаруживается в сыре, так как потребляется микроорганизмами. Характерный вкус рокфора, особенно из овечьего молока, образуется в результате воздействия плесени (*Pen. roqueforti*) на жир сыра. Аналогичную роль играет *Pen. camamberti* в созревании сыра русский камамбер.

Изменение воды. Во время созревания сыра постепенно уменьшается количество воды. Большую часть воды сыры теряют при посолке (4–7% массы сыра).

Вследствие разности концентрации рассола и растворимых веществ в водной фазе сыра сыворотка выделяется, а соль диффундирует

в него. При этом количество соли, проникающей в сыр, намного меньше выделившейся сыворотки, поэтому масса его уменьшается. Потери влаги во время посолки зависят от влажности сыра после прессования, содержания в нем жира, концентрации и температуры рассола, величины головки сыра. После посолки содержание влаги в сыре продолжает уменьшаться вследствие его усушки. Наибольшие потери влаги наблюдаются у мягких сыров, имеющих меньшие размеры и повышенное содержание влаги в сравнении с твердыми сырами. При слишком быстрой и большой потере влаги сырной массой созревание сыра замедляется. Во избежание большого снижения влажности сыра поддерживают соответствующую относительную влажность воздуха в сырохранилищах, а также применяют защитные покрытия.

В производстве сыров важную роль играет взаимодействие влаги с их основными компонентами, или гидратация. Она является одним из основных факторов, влияющих на физико-химические свойства сырной массы, а также интенсивность и направленность микробиологических и биохимических процессов. Чем больше слабосвязанной влаги, тем интенсивнее могут проходить эти процессы.

Автором установлено, что в параказеиновом комплексе имеются следующие виды связи влаги: мономолекулярной и полимолекулярной адсорбции, влага микропор. Первые два вида влаги являются наиболее прочносвязанными. Во влаге мономолекулярной адсорбции не растворяются соли и недиссоциирующие соединения. В сыре также может присутствовать свободная вода. Однако в твердых сырах высокого качества она не обнаруживается.

Гидратация белков сыра имеет явно выраженную зависимость от активной кислотности. Причем эта зависимость имеет неодинаковый характер для свежего сыра после прессования и в сыра кондиционном возрасте. Наименьшая гидратация сыра после прессования наблюдается при активной кислотности pH > 5,9. При увеличении активной кислотности до pH 5,3 возрастает количество наиболее прочно связанной влаги. Это происходит за счет уменьшения влаги в других менее энергоемких видах связи. В результате физико-химических изменений параказеина, происходящих после посолки, зона минимальной гидратации сдвигается в сторону более высокой активной кислотности, характеризуемой величиной pH< 5,3.

На рис. 28.1 представлена зависимость коэффициента набухания, комплексно выражающего величину гидратации, от активной кислотности. Видно, что набухание свежего сырного теста постепенно увеличивается с ростом активной кислотности от pH 6,4 и достигает максимума при pH < 5,0. Даже частичная посолка, равная 0,89% хлористого нат-

рия на сухое вещество, сдвигает зону минимального набухания с pH 6,4, что характерно для параказеинового комплекса в присутствии ионов кальция, в более кислую сторону до величины pH < 5,3. Этот сдвиг сохраняется во время созревания и является характерным для сыров в кондиционном возрасте. Вследствие созревания сыра набухаемость увеличивается.

Формирование органолептических показателей сыра

Вкус и запах сыра формируется вследствие расщепления молочного сахара, лимонной кислоты, белков, жиров. Известны сотни вкусовых и ароматных веществ, содержащихся в сыре. Благодаря совершенствованию лабораторной техники обнаруживаются новые вещества, но не существует объективных методов оценки для вкуса и запаха. Определение количества отдельных компонентов в ряде случаев дает только косвенное представление о их роли во вкусообразовании. Дело в том, что образование вкуса и запаха часто не связано с их концентрацией в сыре. Заметное влияние на вкус сыра оказывает молочная кислота. От ее концентрации зависит степень вкусового ощущения кислотности. В дальнейшем по мере созревания на вкус влияют белковые вещества: пептиды, аминокислоты и другие продукты более глубокого распада.

В образовании вкуса сыра участвуют летучие жирные кислоты, которые образуются в основном при брожении молочного сахара, карбонильные соединения и этанол.

При оценке роли того или иного вещества в образовании вкуса имеет значение не абсолютное содержание вещества – необходимо установить, превосходит ли концентрация веществ в сыре вкусовой по-

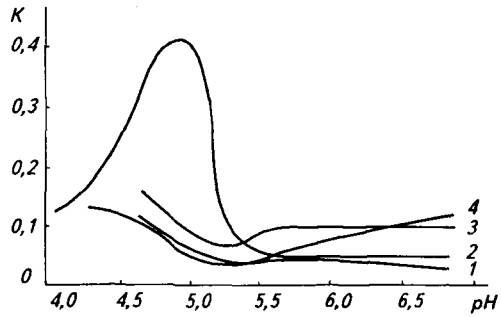


Рис. 28.1. Зависимость коэффициента набухания сырной массы от величины pH:

1 – сыр после прессования без посолки; 2 – сыр после прессования с содержанием поваренной соли 0,89% на сухое вещество; 3 – сыр с содержанием поваренной соли 3,39% на сухое вещество; 4 – зрелый сыр

рог этого вещества, и во сколько раз. Отношение концентрации вещества в сыре к его вкусовому порогу называется ароматическим числом. Известно, что вкусовой порог уксусной кислоты – 2,2; пропионовой – 5,0; масляной – 2,5; ацетальдегида – 0,12; диацетила – 0,0014 мг/100 г.

Наличие понятия ароматических чисел, сведений о вкусовых порогах и данных о накоплении вкусовых веществ в сырах (последние приведены в табл. 28.5, 28.6) дало возможность охарактеризовать вырабатываемые сыры по набору ароматических чисел.

Как оказалось, вкус швейцарского сыра определяют уксусная, пропионовая и масляная кислоты, ацетальдегид и диацетил (ароматические числа – соответственно 46; 16; 5; 2; 121), советского – уксусная, пропионовая и масляная кислоты и диацетил (24; 8; 4; 279). Ароматическое число масляной кислоты не должно превышать нескольких единиц, тогда как ароматические числа других веществ могут достигать десятков и сотен единиц.

Оценка сыров по величине ароматических чисел необходима для их характеристики и при подборе штаммов молочнокислых бактерий при производстве заквасок. Свободные аминокислоты создают основной вкусовой букет сыра. Количественный и качественный состав свободных аминокислот играет большую роль при получении сыров высокого качества. Осуществляют подбор штаммов чистых молочнокислых культур для бактериальных заквасок по их способности продуцировать свободные аминокислоты в том составе, который соответствует зрелым сырам высокого качества.

Формирование консистенции. Основную роль в этом процессе играют физико-химические превращения параказеинового комплекса.

28.5. Содержание жирных кислот в некоторых сырах

Кислота	Швейцарский		Горный		Советский		Армянский	
	мг%	%	мг%	%	мг%	%	мг%	%
Муравьиная	18,0	8,43	10,2	5,37	12,23	10,32	3,00	9,10
Уксусная	101,3	47,75	115,4	60,77	53,67	45,30	27,70	84,03
Пропионовая	81,0	38,17	50,7	26,70	42,24	35,65	0,42	1,27
Масляная	12,0	5,66	13,6	7,16	10,34	8,73	1,97	5,60

28.6. Содержание ароматических веществ в зрелых сырах

Ароматические вещества	Швейцарский		Горный		Советский		Армянский	
	мг%	%	мг%	%	мг%	%	мг%	%
Ацетальдегид	0,320	14,48	0,038	17,67	0,038	2,98	0,057	10,69
Пропаналь	0,038	1,72	–	–	–	–	–	–
Ацетон	0,132	5,97	–	–	0,008	0,63	0,034	6,38
Диацетил	0,170	7,7	0,010	4,65	0,392	30,74	–	–
Этанол	1,55	70,14	0,164	76,29	0,837	65,65	0,442	82,93

Сыр относится к вязкопластичным упругим телам. Он характеризуется упругостью, эластичностью, вязкостью, прочностью, твердостью и другими реологическими показателями. Гидратация сырной массы играет важную роль в формировании видовых показателей продукта.

В первую очередь, это относится к консистенции. При повышении активной кислотности несоленой сырной массы после прессования ее водосвязывающая способность увеличивается.

Вызываемый хлористым натрием сдвиг минимальной зоны набухания к pH < 5,3, близкому к значению активной кислотности, характерной для сыра в начале созревания, – регулирующий фактор формирования консистенции. Он способствует повышению твердости сырной массы, а эластичные и пластичные показатели становятся менее выраженными. Хлористый натрий также вызывает уменьшение адгезионных свойств микроструктурных элементов сыра, что зависит от степени посолки.

Таким образом, поваренная соль, меняя водосвязывающие свойства параказеинового комплекса, оказывает влияние на формирование видовых показателей сыра. Интенсивность его зависит от массовой доли соли в сыре. В частности, формирование типичной консистенции и других органолептических показателей полутвердых сыров пониженной жирности достигается при массовой доле свободной поваренной соли 1,7–1,8%. При одинаковой активной кислотности и степени посолки, на реологические показатели, а следовательно и консистенцию, оказывает влияние соотношение жира и влаги. Жир является пластификатором сырной массы. При этом следует иметь в виду, что происходящее во время созревания уменьшение активной кислотности и протеолиз вызывают разрыхление белковой основы продукта. Это приводит к увеличению его водосвязывающей способности, повышению эластичности и пластичности. Особенно нежная консистенция образуется у мягких сыров, содержащих после посолки до 48–53% растворимого белка в зрелом продукте.

Образование рисунка. При созревании сыров выделяются аммиак, углекислый газ и немного водорода. Газы частично задерживаются в сырной массе, а часть их диффундирует наружу. В процессе созревания газы растворяются в воде, а после ее пересыщения собираются в микропустотах межзернового пространства и образуют глазки.

Круглые и овальные глазки образуются в тех случаях, когда сыры формуют из пласта. При формовании другими способами, между зернами остаются воздушные пустоты и образуются угловатые глазки неправильной формы. Углекислый газ в сырах составляет 60–90% от всех газов. Его продуцируют ароматообразующие молочнокислые стрептококки, кишечные палочки и другие бактерии из лактозы, цитратов и лакта-

тов. Также углекислый газ выделяется при декарбоксилировании аминокислот и жирных кислот. Аммиак большого влияния на образование рисунка не имеет потому, что он частично испаряется из сыра или нейтрализуется. Глазки начинают образовываться, когда в 100 г сырной массы накапливается 37–41 мл углекислого газа.

Образование рисунка зависит от реологических показателей сырной массы, наличия в ней воздушных пузырьков и микропустот, активной кислотности и температуры. Количество и размер глазков зависит также от скорости накопления газа: чем он скорее выделяется в сыре, тем больше будет мелких глазков, и наоборот. В крупных сырах (швейцарском, советском и т. п.) глазки образуются через 20–25 дней после изготовления, а иногда и позже, когда молочный сахар полностью разложился.

По закону Лапласа давление в пузырьке газа обратно пропорционально радиусу пузырька, поэтому газы диффундируют из мелких пузырьков в более крупные, а мелкие пузырьки, теряя газы, под давлением сырной массы смыкаются и исчезают.

Развитие бактерий группы кишечной палочки и маслянокислых может обусловить бурное газообразование и вызвать вспучивание сыров с образованием рваного, сетчатого и броженого рисунка.

Иногда в глазках сыра скапливается жидкость, называемая «слезой». В твердых сырах она появляется при pH ниже 5,15, содержании соли не менее 2,5% и влаги не ниже 40%. Причина наличия слезы – низкая водосвязывающая способность параказеинового комплекса.

Пути ускорения созревания сыров

Основным источником ферментов в созревающем сыре является заквасочная микрофлора. Ускорение созревания сыров может быть достигнуто биотехнологическими методами воздействия на нее. Представляется возможным стимулировать их развитие микроэлементами. Содержание различных микроэлементов в молоке непостоянно и в значительной степени зависит от таких факторов, как минеральный состав почвы, воды, кормов, климат, порода животных, сезон года, обменные процессы в организме животных и т. д. Наибольшие колебания наблюдаются в содержании железа, меди, цинка, магния, кобальта. Микроэлементы участвуют во всех биологических процессах, играя определенную роль катализаторов в реакциях. Активность фермента часто зависит от присутствия в нем металла.

Микроэлементы участвуют в ферментативных реакциях, протекающих в клетках микробов. Чем больше образуется микробной массы, тем больше микроэлементов требуется для ее создания.

Однако потребность микроорганизмов в микроэлементах не всегда пропорциональна их росту и развитию. В ряде случаев некоторые микроэлементы существенно не влияют на рост и размножение микробных клеток, но сильно действуют на качественный состав микробного органического вещества и на физиологические функции микроорганизмов. При добавлении отдельных ионов металлов сильно увеличивается кислотообразование в культурах ряда молочнокислых бактерий, стимулируются ферментативные процессы в созревающих сырах. Установлено влияние кобальта и цинка на увеличение энергии кислотообразования в закваскаx даже при удалении из молока железа. Протеолитическая активность ферментов увеличивается в присутствии марганца и кобальта.

Для развития микроорганизмов и стимулирования их активности необходимо обогащать молоко не отдельными микроэлементами, а их смесями. Их надо вносить в виде хлористых соединений, г на 1 т молока: марганец – 2,3; цинк – 1,34; медь – 0,60; кобальт – 0,10. По остальным микроэлементам была установлена доза по 2 г каждого микроэлемента на 1 т молока (2 мг/кг). Установлено, что в сырах с микроэлементами распад азотистых веществ происходит интенсивнее, чем без них.

Другим биотехнологическим способом ускорения созревания сыра и повышения его качества может быть использование некоторых видов дрожжей, неспособных к спиртовому брожению. Дрожжи при совместном развитии с молочнокислыми бактериями снабжают их азотистым питанием и витаминами. Они потребляют молочную кислоту, снижая тем самым угнетающее действие последней на молочнокислые бактерии, и стимулируют их развитие. С помощью таких комбинированных заквасок вырабатывают щвейцарский, советский, армянский и другие сыры.

А. М. Шалыгина установила, что снижение температуры второго нагревания и приближение ее к оптимальной температуре развития заквасочной микрофлоры позволяет значительно ускорить созревание твердых сычужных сыров. Была разработана интенсифицированная технология твердого сычужного сыра украинского сроком созревания 50–60 сут и мелкого твердого сычужного сыра буковинского сроком созревания 30 сут. Температура второго нагревания при производстве украинского сыра составляет 44–46 °С, а при производстве буковинского – от 32 до 35 °С.

Продолжительность созревания сыра зависит от активной кислотности сыра, его влажности, температуры созревания. Однако, использование этих факторов в отдельности не дает значительных результатов. В свою очередь, в совокупности с интенсификацией микробиологических процессов получаются хорошие результаты. Так, во ВНИИМС разработана интенсивная технология производства сычужных сыров, осно-

ванная на применении кислой фосфатазы для дефосфорилирования казеина. Это повышает его доступность для протеолитических ферментов. Вследствие интенсификации протеолиза и молочнокислого брожения продолжительность созревания сокращается в 1,5 раза и повышается качество сыра.

Предложена технология производства твердых сыров с низкотемпературной обработкой сырной массы, предусматривающая использование в их производстве комбинированной закваски (В. М. Силаева, С. Д. Сахаров). В сочетании с бактериальной мезофильной закваской применяются специально подобранные термофильные молочнокислые палочки (закваска ТМП). Они обладают не только высокой энергией кислотообразования и сильными протеолитическими свойствами, но и антагонистическими свойствами к бактериям группы кишечной палочки. Эта закваска сокращает сроки созревания сыра, а также повышается качество и безопасность для здоровья. По этой технологии вырабатываемые сыры созревают 30 суток.

Ускорить процесс созревания сыра можно используя гидролизованную закваску. В производстве эстонского сыра она позволяет сократить продолжительность созревания до 30 суток.

Для повышения концентрации ферментов в сырной массе за границей успешно применяют липолитические ферменты. Они особенно хорошо себя зарекомендовали в производстве терочных сыров.

Уход за сырами во время их созревания и подготовка к реализации

Совокупность процессов, обусловливающих созревание твердых сыров и, следовательно, формирование их видовых показателей, условно можно разделить на две части: первую, которая активно регулируется и заканчивается посолкой, и вторую, являющуюся самонастроенной на основании развития процессов начальной стадии производства. Следовательно, вероятность изменения технологии путем совершенствования отдельных приемов и процессов по времени постепенно падает.

В процессе созревания проходит основной процесс формирования видовых показателей продукта. К числу обеспечивающих его факторов относятся также и условия созревания сыра: температура, состояние его поверхности (развитие на ней плесени), относительная влажность и кратность обмена воздуха в сырохранилище. Поэтому условия созревания для каждого вида или группы сыров имеют свои особенности. Так, например, для сыров с низкой температурой второго нагревания температурно-влажностный режим на протяжении всего процесса созревания не имеет существенных колебаний. Для сыров с высокой температурой

второго нагревания процесс созревания разделяется на несколько стадий, каждая из которых имеет значительные различия во влажности воздуха в сырохранилище. Особенности созревания сыров латвийского, пикантного и им подобных обусловлены необходимостью развития на их поверхности микрофлоры сырной слизи.

После посолки сыры обсушивают в течение 2–3 сут при относительной влажности воздуха 88–94% и температуре 10–12 °С. Сыры с низкотемпературной обработкой сырной массы подвергают созреванию при температуре 10–14 °С и относительной влажности воздуха 70–90%. Для созревания мягких сыров применяют более низкие температуры. При созревании сыров с высокотемпературной обработкой сырной массы на первой стадии поддерживается температура 10–14 °С при относительной влажности воздуха 85–90% в течение 10–30 сут.

Другая обязательная стадия созревания этой группы сыров проводится в так называемой «бродильной камере», где поддерживают температуру в пределах от 20 до 25 °С и относительную влажность воздуха от 90 до 95%. В бродильной камере сыр находится в течение 20–40 суток в зависимости от его вида и интенсивности процесса брожения. Здесь происходит основное брожение и образование рисунка в сыре.

После брожения сыр до конца созревания выдерживают в камере с температурой 8–12 °С. Уход за сыром в подвале в процессе созревания заключается в поддержании нужного гидротермического режима воздуха, в перевертывании, перетирании, периодической мойке и в поддержании необходимых санитарно-гигиенических условий. В зависимости от вида сыра и периода созревания меняются условия созревания и также уход за сыром.

В процессе созревания сыра его масса уменьшается вследствие потери влаги и сухих веществ во время мойки и перетирания сыров и достигает 10–12% с учетом потерь при посолке. Чтобы уменьшить усушку сыров после посолки, а также для того, чтобы защитить их поверхность от плесневения, ослизнения и т. п. и облегчить труд по уходу за сырами, их парафинируют в раннем возрасте, покрывают различными защитными покрытиями. Покрытия могут формироваться непосредственно на поверхности сыра, а также применяется упаковывание в полимерные пленки. К ним предъявляются высокие санитарно-гигиенические требования в отношении безвредности для здоровья людей. Полимерные пленки, применяемые для упаковывания сыров, должны обладать достаточной механической прочностью, низкой паропроницаемостью и селективной проницаемостью в отношении газов. Пленка не должна пропускать кислород к поверхности сыра и в то же время через нее должен диффундировать весь углекислый газ, который образуется во время соз-

ревания продукта. Сыр упаковывается в пленку под вакуумом. Полимерный мешок герметизируется термической сваркой. Создание анаэробных условий на поверхности сыра необходимо для предотвращения развития плесени и другой аэробной микрофлоры. Созревание в пленках применяется при производстве всех видов твердых сыров.

Выбирая способ ухода, учитывают вид сыра, массовую долю влаги после прессования, состояние поверхности сыра, условия созревания и реализации.

Главным условием применения полимерно-парафиновых или парафиновосковых сплавов является наличие на сырах достаточно прочной сухой корки и отсутствие развития на них поверхностной микрофлоры. Поэтому процесс созревания сыров с низкой температурой второго нагревания ведут в направлении ускорения наведения корки и предотвращения поражения сыра плесенью и другой микрофлорой.

При созревании сыров должен быть обеспечен 3–5-кратный суточный обмен воздуха, равномерный по всему объему помещения.

По мере появления на сырах плесени или слизи их моют в теплой воде с температурой 30–40 °С, обсушивают и после этого возвращают для созревания. Эффективным способом предупреждения развития плесени на сырах до нанесения покрытия является обработка их поверхности белковой композицией в смеси с сорбиновой кислотой. Состав композиции, %: белковая масса – 40, двухзамещенный фосфат натрия – 4,5, хлорид натрия – 2, сорбиновая кислота – 3,5, вода – 50. Сыры, предназначенные для покрытия белковой композицией, после посолки обсушивают в течение 5–9 сут. Затем на обсушенные сыры равномерно по всей площади верхнего полотна и боковой поверхности тонким слоем наносят композицию. После 1–2-суточной обсушки сыры переворачивают и наносят покрытие на второе полотно и, при необходимости, на боковую поверхность.

Белковое покрытие с сорбиновой кислотой наиболее эффективно, если сыр созревает в камере при относительной влажности воздуха 75–85%.

Срок нанесения на сыр защитного покрытия строго не лимитируется – это определяется состоянием поверхности сыра и свойствами покрытия. Если хорошо отпрессованный сыр выдерживают при пониженной относительной влажности воздуха (от 70 до 80%) и нормальной вентиляции в сырохранилище, то он становится пригодным для нанесения защитного покрытия через 10–20 сут после посолки. Обработка же сыра белково-сорбиновой композицией при указанных выше условиях созревания позволяет наносить защитные покрытия уже через 10–12 сут после посолки.

В последнее время разработано покрытие нового типа «полисвед». Это водная дисперсия сополимера винилацетата с этиленом, модифицированная фунгистатическими компонентами и красителями. Покрытие наносится прямо на головку сыра. Его можно применять в комплексе с парафиновосковым составом. Последний наносят по окончании созревания или в середине его.

Двухслойные комбинированные покрытия типа ВИМ и «новаллен» состоят из каркасного и защитного слоев. Каркасный слой комбинированных покрытий представляет собой смесь различных латексов. Латексную композицию наносят на сыр через 5–15 сут после посолки. В качестве защитного слоя применяются полимерно-парафиновые или парафиновосковые сплавы.

Защитный слой наносится на каркасный после окончания процессов интенсивного газообразования в сыре: для сыров с низкой температурой второго нагревания – через 5–11 сут после нанесения каркасного слоя; для сыров с высокой температурой второго нагревания – после выхода сыра из бродильной камеры.

Созревание сыров в полимерных пленках проходит при резко уменьшенном влагообмене с окружающей средой. Поэтому влажность должна быть меньше на 1,5–2,5%, чем при выработке сыров с моющейся коркой.

Упаковку сыров под вакуумом производят через 5–15 сут после посолки. Применяют однослойную пленку типа повиден и многослойные пленки. Пленка типа «повиден» обладает термоусадкой при температуре 100 °С, во время которой ее поверхность сокращается на 15–45%. Сыры после упаковки в эту пленку погружают в горячую воду температурой 95–97 °С на 3–5 с, под воздействием которой пленка дает усадку и плотно прилегает к поверхности сыра. Из многослойных пленок наиболее распространен полиэтилен-целлофан. Каждый слой имеет свое функциональное назначение. Полиэтилен предотвращает влагообмен между сыром и окружающей средой, а также подвергается термосварке при образовании пакетов. Целлофан обладает низкой кислородопроницаемостью. Вследствие этого создаются анаэробные условия на поверхности сыра, предотвращающие развитие плесени.

Разработан новый многослойный упаковочный материал «полиформ-3», отличающийся противоплесневой, антидрожжевой и антибактериальной активностью. Эти свойства достигаются путем введения в него специальных добавок. Они во время эксплуатации способны диффундировать на поверхность раздела продукт–защитная система для подавления микрофлоры. Сыры в эту пленку упаковывают ваккумным способом.

На протяжении всего процесса созревания сыров для предупреждения деформации головок сыра их периодически переворачивают: в начале созревания через 4–8, затем через 10–14 суток.

Правильный, рациональный уход за сырами во время созревания способствует не только получению продукта хорошего качества, но и сокращению потерь. Наибольшие потери сыра имеют место во время посолки и составляют 3,0–6,0% от массы продукта. В процессе созревания влажность постепенно снижается. Это зависит от влажности сыра, температуры и относительной влажности воздуха, геометрической формы головок при обычном способе ухода. Оптимальной формой брусковых сыров при заданных весе и длине, большей двух остальных размеров, является такая, при которой ширина бруска в два раза больше высоты. Тогда обеспечивается наименьшая испаряющая поверхность и количество несъедобной корки на единицу массы. Наиболее близко к этой форме приближается степной, голландский брусковый, литовский и угличский сыры. Из цилиндрических сыров, стоящих на основании, наиболее совершенен по форме российский сыр.

Применение раннего парафинирования, защитных покрытий и упаковывания в полимерные пленки во время созревания сокращают усушку и потери массы продукта во время моек.

При переработке сыра роль составных частей молока для выхода неодинакова. *Жир и казеин молока – самые ценные составные части.* Остальные (молочный сахар, соли и вода) влияют на свойства сырной массы, кислотность, консистенцию и отчасти на вкус и запах. Наибольшее значения имеет переход из молока в сыр казеина, жира, фосфора, кальция, растворимых в воде веществ и воды. Степень перехода составных частей молока находится в зависимости от их свойств, условий производства и вида вырабатываемого сыра. Переход казеина в сыр зависит от качества и характера обработки сычужного сгустка. Степень его использования в среднем составляет 96,5–97,5%. Переход жира колеблется в пределах от 80 до 85% для сыров разных видов и жирности. Жир, перешедший в сыворотку, частично возмещается ее сепарированием.

Выход сыра определяют двумя способами: количеством смеси, израсходованной на получение 1 кг сыра, и в процентах от количества переработанного молока. Выход сыра зависит от его вида, жирности, состава и свойств молока, а также от технологической схемы.

С понижением содержания жира в сухом веществе сыра норма расхода смеси молока увеличивается. Так, для сыра 40%-ной жирности одного и того же вида норма расхода смеси молока выше, чем для сыра 50%-ной жирности. Выходы (нормативные) определены, исходя из требований стандартов к массовой доле воды, жира и соли в сыре.

Перед реализацией сортировку сыров проводят по достижении ими кондиционной зрелости на основании записей в технологическом журнале производства и созревания сыров, а также органолептической оценки. Созревшие сыры рассортировывают строго по варкам и датам выработки.

Подготовленные к реализации сыры перевозят в авторефрижераторах, в которых должна обеспечиваться температура 8–12 °С.

Транспортировку по железной дороге осуществляют в изотермических вагонах при температуре не ниже 2 °С и не выше 8 °С. Перевозка сыров без тары транспортом всех видов не допускается. Допускается только перевозка сыров швейцарского и советского по железной дороге без тары, но размещенными на стеллажах.

В конце созревания сычужные сыры обладают наиболее выраженными органолептическими показателями. Продолжающиеся при последующем хранении физико-химические и биохимические процессы приводят к перезреванию продукта и, следовательно, к ухудшению его качества. Основной приемлемый фактор торможения (но не прекращения) перезревания – понижение температуры хранения. Обычно сыры хранят при температуре 2–8 °С и относительной влажности воздуха 85–87%. Автором установлено, что наибольший практический интерес представляет температура, близкая к начальной криоскопической, так как при ней скорость биохимических и микробиологических процессов относительно низка. Выдержка сыра при более низкой температуре из-за замерзания влаги приводит к изменению структуры (появляется порок – крошливость) и реологических показателей продукта. Температура замерзания твердых сыров понижается во время созревания и в конце его не превышает минус 5 °С. Ее понижение увеличивается во время хранения. Температуру хранения целесообразно выбрать на 1–1,5 °С выше начальной криоскопической. Хранение сыров при температуре около минус 3 °С позволяет сохранить без изменения органолептические показатели более продолжительное время по сравнению с температурой выше 0 °С. Поэтому наиболее целесообразно хранение сыров осуществлять при температуре от минус 4 до 0 °С и относительной влажности воздуха 85–90%. В случае невозможности осуществлять этот режим, сыры можно хранить при температуре 0–8 °С и относительной влажности воздуха 80–85%.

Качество сыров проверяется не реже чем один раз в 30 сут.

В результате этих проверок принимается решение о возможности дальнейшего хранения сыров без понижения их качества.

Глава 29. Классификация сыров

Факторы, определяющие видовые особенности сыров

Частная технология включает в себя характеристику отдельных видов сыров, технологический процесс их производства, обусловливающий формирование органолептических и физико-химических показателей. Технология основана на процессе обезвоживания, биохимических и физико-химических превращениях составных частей молока.

Решающее значение в производстве сыров имеет качество сырья. Технологические свойства молока с точки зрения его сыропригодности обусловливаются химическим составом, коллоидными и биохимическими свойствами, степенью бактериальной загрязненности и рядом других факторов. На некоторые первоначальные технологические свойства молока можно воздействовать лишь отчасти во время его переработки. Например, эффективность пастеризации при применяемом режиме зависит от степени бактериального загрязнения сырого молока и поэтому количественный и качественный состав остаточной микрофлоры может в значительной степени меняться.

Основное влияние на образование типичных видовых показателей сыров оказывает качественный состав микрофлоры, содержание влаги после прессования, величина активной кислотности сырной массы, температура второго нагревания, содержание поваренной соли и температура созревания.

Основным фактором биохимического созревания сыров является развитие молочнокислых бактерий и другой микрофлоры, присутствующей в сыре. Поэтому регулирование молочнокислого брожения является наиболее важным моментом в производстве сыров. От состава и количества микрофлоры зависит активность бактериальных ферментов.

Для отдельных видов сыров применяют разные закваски. Они различаются между собой гликолитической, протеолитической и липолитической активностью. Развитие молочнокислых бактерий тормозится в случае переработки анормального молока. Регулирование молочнокислого процесса включает целый ряд приемов: применение доброкачественной активной закваски, активизация ее с целью усиления деятельности ароматообразующих стрептококков, являющихся регуляторами активной кислотности, регулирование количества лактозы, переходящей в сыр, и пр. На качественный состав молочнокислой микрофлоры оказывает влияние температура второго нагревания, посолки, созревания, применение частичной посолки в зерне. Влажность, активная кислотность и температура сырной массы меняются в сравнительно узких пре-

делах. Однако и эти небольшие изменения оказывают влияние на интенсивность и направленность процессов созревания.

В результате молочнокислого брожения накапливаются продукты расщепления основных составляющих сыра, образующие вкусовой и ароматический букет, и молочная кислота, создающая соответствующий уровень активной кислотности, который, в свою очередь, оказывает влияние на интенсивность протеолиза. Оптимальный уровень активной кислотности в значительной степени влияет на физико-химические процессы формирования консистенции и подавляет развитие посторонней микрофлоры. Нормальный рисунок образуется благодаря накоплению газов в результате гетероферментативного брожения, причем немаловажную роль играют реологические свойства теста. Бактериальная закваска при включении в ее состав специальных штаммов способна в определенной степени действовать и на развитие остаточной микрофлоры.

Активная кислотность сыра в начале его производства зависит от интенсивности молочнокислого процесса и от количества переходящего в сырную массу молочного сахара. Последнее в свою очередь обусловливается влажностью сырной массы, то есть содержанием сыворотки. Наибольшая активная кислотность бывает на 3–5 сут после получения сыра. Она тормозит развитие немолочнокислой микрофлоры. При последующем созревании активная кислотность понижается и достигает в твердых сырах с низкотемпературной обработкой сырной массы pH 5,3–5,4, а в мягких – pH 5,5–5,8 и выше. Снижение активной кислотности происходит за счет уменьшения содержания молочной кислоты и изменения буферности. Это приводит к повышению скорости биохимического процесса созревания, поскольку максимальная активность протеаз соответствует величине pH 5,5–6,5. Из-за меньшей кислотности мягких сыров они созревают быстрее. Развитие плесени и слизи на поверхности этих сыров снижает кислотность и поэтому ускоряет протеолиз.

Активная кислотность также является регулятором водосвязывающей способности параказеинового комплекса. От этой способности зависят реологические показатели комплекса и количество капиллярной и осмотической влаги, в которой происходят биохимические процессы. Излишне высокая активная кислотность отрицательно сказывается на консистенции сыра. Она обусловливает появление колющегося теста, понижает его связанность и повышает твердость. Затрудняется формирование рисунка, состоящего из глазков правильной формы.

Температура второго нагревания, обусловливая интенсивность синерезиса сыворотки из сырного зерна, регулирует влажность сырной массы. В то же время она оказывает влияние на развитие микрофлоры. При повышении температуры второго нагревания выше 43–45 °С значи-

тельно замедляется развитие мезофильных молочнокислых стрептококков и активизируется рост термофильных палочек. Это явление наблюдается при производстве сыров с высокотемпературной обработкой сырной массы. При выработке костромского сыра повышение температуры второго нагревания с 40 до 43 °С приводит к уменьшению микрофлоры в два раза, с 40 до 46 °С – в 5 раз. Для каждого вида сыра существуют свои пределы оптимальной температуры второго нагревания. В этих пределах же меняют в зависимости от способности сырного зерна к обезвоживанию и интенсивности нарастания титруемой кислотности сыворотки.

Содержание влаги в сыре обусловливается параметрами технологического процесса получения и обработки сгустка. Это температура и продолжительность сычужного свертывания, частичная посолка сырной массы в зерне, разбавление сыворотки водой во время второго нагревания, активность молочнокислого процесса и продолжительность обработки сырного зерна. С повышением температуры свертывания и второго нагревания влажность сырной массы уменьшается. Потеря влаги сыра также происходит за счет массообменных процессов во время посолки и созревания.

Во время посолки часть хлористого натрия связывается с параказеиновым комплексом (1 моль соли с 17 моль параказеина), а остальная часть остается в виде раствора. Вследствие этого меняются физико-химические свойства параказеинового комплекса. В первую очередь наблюдается изменение его водосвязывающей способности и реологических показателей. От концентрации соли зависит развитие микробиологических процессов. При повышении концентрации ее до 0,5% активизируется развитие молочнокислых стрептококков, в то время как для молочнокислых палочек оно тормозится. Таким образом, микроорганизмы по-разному реагируют на концентрацию соли. При 3% соли развитие молочнокислых палочек прекращается, в то время как рост молочнокислых стрептококков и ароматообразующих бактерий подавляется при концентрации соли 5%. При посолке твердых сыров в рассоле соль в центр головки диффундирует медленно и тормозящее ее влияние на развитие микрофлоры в первый период созревания мало проявляется. Поэтому происходит интенсивное сбраживание молочного сахара и образование рисунка. Кроме непосредственного участия во вкусообразовании сыра поваренная соль регулирует направленность биохимических процессов. Для каждого вида сыра существует оптимальное содержание соли.

С повышением температуры созревания ускоряется развитие микрофлоры и скорость биохимических реакций. Однако, этот прием для ускорения созревания имеет только теоретическое значение и практи-

чески не применяется, поскольку ведет к ухудшению качества сыра из-за приобретения нетипичных органолептических показателей. Для большинства твердых прессуемых сыров температура созревания колеблется в пределах 10–16 °С, а оптимальная температура развития мезофильных макроорганизмов – от 30 до 35 °С, термофильных – около 45 °С. Оптимум активности большинства бактериальных ферментов соответствует температуре 45–50 °С. Таким образом, температура созревания сыра значительно ниже вышеуказанных оптимальных величин. Для каждой группы сыров применяется своя температура созревания.

При выработке швейцарского и советского сыра во втором периоде созревания повышение температуры до 22–25 °С способствует развитию пропионовокислых бактерий. Они участвуют в образовании специфических органолептических показателей этих сыров.

Схемы классификации сыров

В целях систематизации многообразия сыров А. Н. Королев впервые в нашей стране предложил *товароведную* и *технологическую* классификации сыров. По первой классификации сыры подразделяются на пять групп: твердые, мягкие, рассольные, горшечные и бурдючные, переработанные. По технологической классификации все сыры разделены на сычужные и кисломолочные. Она безупречна для сыров из сырого молока. При переходе на производство их из пастеризованного молока технологические параметры существенно меняются, так как основное значение приобретают бактериальные закваски. Известно, что вид сыра формируется под влиянием ферментных систем микроорганизмов и что каждый сыр имеет свою характерную аминограмму.

В международном стандарте А-6 принята следующая классификация. Каждый сыр имеет три показателя. Первый – массовая доля влаги в обезжиренном веществе сыра. По этому показателю сыры подразделяют на очень твердые (менее 51%), твердые (49–56), полутвердые (54–63), полумягкие (61–69), мягкие (более 67%). По второму показателю – массовая доля жира в сухом веществе – сыры делятся на высокожирные (более 60%), полножирные (45–60), полужирные (25–45), низкожирные (10–25) и обезжиренные (менее 10%). Третьим показателям является характер созревания, по которому различают: созревающие (с поверхности и изнутри); созревающие с плесенью (на поверхности и внутри); без созревания, или несозревающие.

Основным показателем стандарта А-6, по которому классифицируются сыры, является твердость, характеризующаяся отношением влаги к сухому обезжиренному веществу. Таким образом, эта классификация не учитывает значительного влияния жира на консистенцию. Она также

не учитывает типовых характеристик сыров, которые зависят от технологических факторов. С твердыми сычужными сырами могут отождествляться рассольные и творожные сыры. С другой стороны, сыр, производимый по одной технологии, может принадлежать разным классам. Кроме того, нет четкого разделения различных групп сыров по содержанию влаги. Например, сыры, содержащие 50 или 49% влаги, можно отнести по этой классификации как к очень твердым, так и к твердым сырам.

Технологические классификации разработали И. Б. Гисин и А. И. Чеботарев. Большое разнообразие сыров в классификации И. Б. Гисина трактуется как сочетание и комбинирование технологических приемов.

Классификация А. И. Чеботарева учитывает товароведческие и технологические показатели. Она объединяет 160 наименований наиболее распространенных в мировом ассортименте сыров. В этой классификации все сыры разделены на 17 групп, составляющих два класса. Третий класс представляют переработанные сыров. В каждой группе дана характеристика сыров и технология их производства.

По мнению З. Х. Диланяна, за основу в классификации нельзя принимать такие показатели, как содержание жира, соли, так как они различны у всех видов сыров. В основе любой классификации должны лежать постоянные факторы, под влиянием которых формируется продукт.

В классификации З. Х. Диланяна помимо массы, влаги и соли предложено учесть качественный состав микрофлоры, под влиянием которой формируется тот или иной вид сыра. По этой классификации сыры делят на три класса: I класс – сычужные сыры, II класс – кисломолочные сыры, III класс – переработанные сыры.

Сычужные сыры делят на три подкласса: 1 подкласс (твердые сыры) – сыры, созревающие исключительно под влиянием молочнокислых или молочнокислых и пропионовокислых бактерий; 2 подкласс (полутвердые) – сыры, созревающие под влиянием молочнокислых бактерий с обязательным хорошо развитым слоем слизи на поверхности сыра, придающим специфические аммиачные вкус и запах продукту, и 3 подкласс (мягкие) – сыры, созревающие под влиянием щелочеобразующих бактерий сырной слизи и микроскопических грибов (плесеней), в отдельности или при совместном их действии, а также молочнокислых бактерий.

Кисломолочные сыры подразделяют на два подкласса: 1 подкласс – все кисломолочные сыры с краткосрочным созреванием, потребляемые в свежем виде; 2 подкласс – кисломолочные, но выдержанные сыры, подвергнутые более длительному созреванию.

Переработанные сыры – это сыры, при производстве которых используют все молочные сыры – как сычужные, так и кисломолочные.

В общем виде схему классификации сыров можно представить следующим образом:

I класс – сычужные сыры

1 подкласс (твердые сыры):

- сыры с высокотемпературной обработкой сырной массы;
- самопрессующиеся сыры с чеддеризацией и плавлением сырной массы;
- сыры с низкотемпературной обработкой сырной массы;
- прессуемые сыры;
- прессуемые сыры с полной или частичной чеддеризацией сырной массы до формования;
- самопрессующиеся сыры с копчением сырной массы;
- бескорковые сыры;
- самопрессующиеся сыры, созревающие в рассольной среде;
- сыры с чеддеризацией сырной массы до формования;
- самопрессующиеся сыры, потребляемые в свежем виде;

2 подкласс (полутвердые) – самопрессующиеся сыры;

3 подкласс (мягкие сыры):

- сыры, созревающие под влиянием молочнокислых и щелочеобразующих бактерий сырной слизи;
- сыры, созревающие под влиянием молочнокислых, щелочеобразующих бактерий сырной слизи и микроскопических грибов;
- сыры, созревающие под влиянием молочнокислых бактерий и микроскопических грибов (плесеней).

II класс – кисломолочные сыры

1 подкласс – свежие сыры;

2 подкласс – выдержанные сыры.

III класс – переработанные сыры

- плавленые;
- бурдючные, горшечные, в полимерной пленке.

Вне классификации остается группа сыров, предназначенных для плавления. Их вырабатывают по типу советского, российского сыров, сыра чеддер, голландского из цельного и обезжиренного молока и сыров ускоренного созревания без формования, с добавлением в сырную массу фосфорнокислого натрия, соли и воды. Сыры с пониженной жирностью не выделяются в отдельную группу, так как согласно стандарту, принятому в нашей стране, сыры всех классов подразделяются на полножирные – от 45 до 50% жира в сухом веществе, жирные – 40%, 3/4-жирные – 30% и обезжиренные – менее 10%.

Глава 30. Частная технология сычужных сыров

Твердые сыры с высокотемпературной обработкой сырной массы

Прессуемые сыры. Основную их часть вырабатывают при высокой температуре второго нагревания. К ним относятся швейцарский, швейцарский блочный, советский, алтайский, кубанский, украинский, карпатский, эмментальский, бийский и горный. Их химический состав приведен в табл. 30.1.

Отличительными особенностями их технологии является использование бактериальных заквасок, состоящих из мезофильных и термофильных молочнокислых стрептококков и молочнокислых палочек. Во время созревания сыров проходит активное пропионовокислое брожение, которое обеспечивается внесением в смесь чистых культур пропионовокислых бактерий. Температура второго нагревания – 47–58 °С. Она обеспечивает интенсивное выделение сыворотки и регулирование молочнокислого процесса в направлении развития термофильной микрофлоры. Вследствие этого молочнокислые палочки после 20–30 сут становятся преобладающими. Сырная масса после прессования имеет пониженную влажность, равную 38–42%. Кроме высокой температуры второго нагревания, она обеспечивается постановкой мелкого зерна и длительной его обсушкой. Для регулирования молочнокислого процесса применяется трехступенчатый температурный режим созревания (10–12 °С, 17–18 °С и 22–25 °С).

Вследствие совокупного действия выше перечисленных факторов, а также пониженного содержания поваренной соли (1,2–1,8%) форми-

30.1. Химический состав сыров с высокой температурой второго нагревания

Сыр	Содержание, %			Оптимальные пределы влаги
	жира в сухом веществе, не менее	влаги. не более	хлорида натрия, %	
Швейцарский	50	42	1,5–2,5	36–37
Швейцарский блочный	45	40	0,5–1,8	37–38
Советский	50	42	1,5–2,5	36–37
Алатайский	50	42	1,5–2,0	36–37
Кубанский	50	40	1,5–2,0	36–38
Украинский	50	41	1,2–1,6	38–40
Карпатский	50	42	1,5–2,0	38–40
Эментальский	45	40	0,8–1,5	37–38
Бийский	45	43	1,0–1,5	39–41
Горный	50	42	1,3–1,6	37–39

руются видовые особенности этих сыров. Для них характерен сладковато-пряный вкус и запах, типичная консистенция с достаточно выраженной пластичностью, крупный рисунок.

Швейцарский сыр вырабатывают главным образом в пастбищный период содержания молочного скота, хотя его можно производить и в течение года. Основная причина сезонности производства швейцарского сыра – различная биологическая ценность молока.

Форма швейцарского сыра – низкий цилиндр со слегка выпуклой боковой поверхностью, верхняя и нижняя поверхности также могут быть слегка выпуклыми. Диаметр должен быть в пределах 70–80 см, высота – 12–18 см, масса сыра – 50–100 кг. Вкус и запах чистые, слегка сладковатые, пряные, без посторонних привкусов и запахов. Тесто пластичное, однородное по всей массе.

Рисунок состоит из глазков круглой или овальной формы с размерами 1,5–2,0 см в диаметре. Корка прочная, упругая, но тонкая, иногда с серовато-белым налетом (рис. 30.1).

Швейцарский сыр вырабатывают в основном из сырого молока, которое должно быть прежде всего чистым, свободным от газообразующих бактерий (как группы кишечной палочки, так и маслянокислых), достаточной зрелости (кислотность 18–20 °Т), обладать хорошей свертываемостью и образовывать сгусток нормальной прочности.

Молоко, предназначенное для производства швейцарского сыра, следует отбирать по кислотности, механической и бактериальной загрязненности и органолептическим свойствам. Рекомендуется пропустить молоко через сепараторы-очистители. При некотором загрязнении молока посторонней микрофлорой целесообразно вносить в молоко до 30 г селитры калия на 100 кг молока.

Важным процессом в сыроделии, и в частности при выработке швейцарского сыра, является подготовка молока к свертыванию. Для этого в свежее сырое молоко нужно добавить небольшое количество (0,1%) закваски, приготовленной из чистых культур молочнокислых палочек. При этом штаммы молочнокислых палочек надо подбирать по их способности накапливать характерные для данного сыра аминокислоты. Важно также наличие в молоке ароматообразующих и пропионовокислых бактерий.

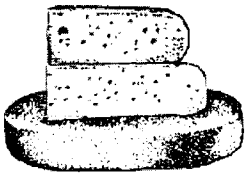


Рис. 30.1. Швейцарский сыр

В производстве высококачественного швейцарского сыра существенную роль играют пропионовокислые бактерии, которые способствуют образованию крупных глазков округлой формы и хорошего рисунка. Поэтому их надо вносить в молоко от 0,7 до 1,0 мл на 1 т молока. Лучше, если это будут рентгенмутанты пропионовокислых бактерий. Свертывание молока ведут при 33–34 °С в течение 25–35 мин. Сычужный препарат перед самым свертыванием растворяют в воде или за 1–2 ч до свертывания в кислой (50–60 °Т) и обезжиренной сыворотке, освобожденной от альбумина, и добавляют примерно 2–2,5 г на 100 г молока. Когда фермент внесен в емкость с молоком, его тщательно перемешивают для равномерного распределения. После этого молоко оставляют в покое до свертывания, которое проводят до тех пор, пока из разрезов сгустка не начнет выделяться почти прозрачная сыворотка, а сам сгусток не станет достаточно прочным.

При производстве швейцарского сыра постановка зерна (разрезка сгустка и дальнейшее размельчение) – один из самых ответственных моментов. Необходимо, чтобы зерна были одинакового размера (3–4 мм), не образовывалось много сырной пыли, и эта технологическая операция продолжалась 15–20 мин.

После этого смесь зерна с сывороткой вымешивают со скоростью, достаточной для предупреждения слипания зерен и их оседания на дно. Вымешивание проводится в основном для того, чтобы в сырной массе достаточно развился молочнокислый процесс, а сырные зерна приобрели нужную сухость и твердость. Продолжительность вымешивания зависит от степени зрелости молока. Для молока с нормальной зрелостью оно длится 30–40 мин; если молоко перезрело, вымешивать его не следует, а сразу после постановки зерна необходимо приступить ко второму нагреванию.

Во время вымешивания молочнокислый процесс протекает гораздо интенсивнее, чем при свертывании. Установлено, что с момента разрезания сгустка до второго нагревания клетки молочнокислых бактерий делятся в 2,5 раза быстрее, чем с момента заквашивания до разрезания.

Для дальнейшего обезвоживания зерна приступают ко второму нагреванию. Его температура колеблется от 55 до 58 °С, а длительность – от 15 до 25 мин.

Во время второго нагревания изменяются свойства сырных зерен. В начале нагревания (при нагревании до 45–50 °С) повышается клейкость сырной массы вследствие начинающегося плавления монокальцийпараказеината. Когда температура поднимается выше 50 °С, клейкость зерна постепенно снижается, так как усиливается дегидратация белка. К концу процесса сырная масса обычно обезвоживается в доста-

точной степени. Несмотря на это, вымешивание продолжают и после второго нагревания, пока зерна не приобретут требуемой упругости, твердости и не потеряют в необходимой степени клейкости. Вымешивание после второго нагревания для сырной массы, обезвоженной предыдущей обработкой, длится от 15 до 40 мин, а если молоко очень свежее – до 60 мин.

При производстве швейцарского сыра готовность зерна имеет важное значение для дальнейших операций. Пересушенные зерна плохо склеиваются, а иногда и совсем не склеиваются, тогда наружный слой сыра пристает при прессовании к серпянке и отдирается, когда ее меняют. В таких случаях можно накладывать на оба полотна сыра марлю. Недосушенные зерна склеиваются слишком быстро, что затрудняет выделение механически захваченной сыворотки из сыра при прессовании.

Второе нагревание имеет большое значение и для регулирования микробиологических процессов. Из-за высокой температуры микрофлора частично погибает. В этот период наиболее неблагоприятные условия создаются для развития стрептококков, особенно мезофильных, и – в небольшой степени – для термофильных стрептококков и палочек. Температура 54–60 °С близка к максимальной для жизнедеятельности стрептококков и выше оптимальной для развития палочек. Несмотря на такую неблагоприятную для стрептококков температуру, все же в течение всего процесса приготовления сыра и перед его формованием количество стрептококков преобладает над количеством палочек.

Сыворотку вместе с сырной массой сливают через дозировочное устройство в мешки из серпянки, вложенные в перфорированные цилиндрические формы без дна.

Для прессования швейцарского сыра применяют пневматические, гидравлические, рычажно-винтовые или пружинно-винтовые прессы.

Нагрузку на сырную массу повышают постепенно. Начинают с давления 10 кПа (0,1 кгс/см^2), затем постепенно увеличивают до 50 кПа (0,5 кгс/см^2). В конце прессования давление снижают до 20–30 кПа (0,2–0,3 кгс/см^2).

В процессе прессования производят 7–8 перепрессовок: первую через 5–8 мин, вторую – через 30 мин; третью – через 1 ч, четвертую – через 1,5 ч, последующие – через 3 ч.

При первых 5 перепрессовках применяют влажные серпянки, при остальных – сухие, сложенные в два-три слоя. После первой перепрессовки проверяют, растирая рукой полотно сыра, свойства сырной массы. При растирании полотна отдельные зерна отрываются от поверхности сыра, образуя так называемый «натир». Отсутствие «натира» указывает, что зерно недостаточно готово, и в этом случае процесс прессования уд-

линяется. Если же, наоборот, зерна излишне обильно отделяются и клейкость их недостаточна, перепрессовки учащаются. После второй перепрессовки верхнее полотно тщательно выстукивают, проверяя нет ли сывороточных гнезд. Обнаруженные гнезда прокалывают и удаляют сыворотку. При последней перепрессовке в центре полотна сыра наносят маркировку (дата выработки и порядковый номер сыра), затем бока сыра запрессовывают без серпянки, а полотна – с одним слоем серпянки. Общая продолжительность прессования составляет (12±2) ч.

При прессовании необходимо обеспечить температуру помещения в пределах 18–20 °С и следить за тем, чтобы сыр не остыл. Поэтому лучше применять деревянные или пластмассовые обечайки.

Хорошо отпрессованный сыр имеет соломенно-желтый цвет и мелкие бледно-желтоватые пятна. При перепрессовании объем сыра постепенно уменьшается, поэтому обечайку постепенно и осторожно (но не чрезмерно) стягивают. При стягивании просвет между краями обечайки и прессовальным кругом не должен превышать 5–6 мм, а в конце прессования – от 2 до 3 мм, иначе на краях сыра образуются большие наплывы.

По окончании прессования вырезают мелкие наплывы, взвешивают сыр и приступают к посолке.

В первые два дня во избежание деформации швейцарский сыр солят сухой солью в солильных обечайках в течение 1–3 сут, а потом переносят в крепкий рассол 22–25% концентрации. Его температура при нормальных условиях должна составлять 8–10 °С. В случае использования недоброкачественного молока ее следует снизить до 5–8 °С, а при очень свежем и пастеризованном – поднять до 12 °С. Температура в солильном помещении должна быть не выше 12 °С (оптимум 8–10 °С), а относительная влажность – 90–92%.

В рассоле сыры размещают в один ряд. Верхние полотна сыра, выступающие из рассола, посыпают солью. Сыр систематически переворачивают. Солят сыры 6–8 дней. После этого их выдерживают на стеллажах в солильном помещении от 2 до 3 дней для обсушки.

Затем сыры направляют в камеру созревания с температурой воздуха 10–12 °С и относительной влажностью воздуха от 85 до 90%. Здесь их выдерживают 15–20 суток. В течение этого времени через каждые 3–5 сут сыр переворачивают и просаливают верхнее полотно соляной гущей. Затем сыр перемещают в промежуточную камеру с температурой 16–18 °С и относительной влажностью воздуха от 85 до 90%, где он должен находиться в течение 5–15 суток.

Понижение температуры в начале процесса созревания способствует замедлению развития микроорганизмов. Это объясняется тем, что с поступлением сыра под пресс рост микроорганизмов снова усили-

вается и достигает максимума на 2-е сутки; необходимо снижением температуры замедлить размножение микрофлоры, что и происходит во время посолки и при пониженной температуре созревания. Затем сыры переносят в бродильную камеру, где и протекают основное брожение и образование глазков. Изменять температуру надо постепенно, поэтому сыры кладут вначале на нижние полки бродильной камеры и по мере созревания поднимают выше. Чтобы избежать повреждения, каждый сыр помещают на отдельный круг, хорошо выструганный, с гладкой поверхностью.

Температура в бродильной камере колеблется от 22 до 25 °С, влажность воздуха от 88 до 90%. Сыры через день-два переворачивают, перетирают солью, обмывают и посыпают верхнее полотно мелкой солью. Через некоторое время соль растворяется и на полотне образуются капли рассола, которые необходимо распределить равномерно по всей поверхности сыра специальной щеткой с длинной ручкой. Рассол растирают 2 раза через 4–6 ч для того, чтобы корка в отдельных местах сильно не просаливалась и на ней не образовались бледные пятна и даже язвы.

В бродильной камере сыр начинает размягчаться и при высокой температуре может расплавляться и оседать. В таких случаях для сохранения формы на сыр надевают пояс. К концу брожения сыр начинает отвердевать и постепенно образуется прочная корка.

Круги, на которых лежат сыры в подвалах или камерах, должны быть всегда сухими; их следует часто менять и дезинфицировать. В бродильной камере сыры остаются от 20 до 40 дней. В сыре, приготовленном из нормального зрелого молока, брожение заканчивается через 30–35 дней.

Из бродильной камеры сыры переносят в прохладную камеру с температурой 10–12 °С и влажностью воздуха до 90%, где они дозревают. Уход за сырами остается тот же: каждые два или три дня их переворачивают, обмывают, обтирают и посыпают солью.

Швейцарский сыр созревает 6 мес., но в возрасте 1 года качество его значительно лучше. Такой длительный период созревания обусловлен сравнительно небольшим объемом микрофлоры в этом сыре. Максимальное количество микроорганизмов в швейцарском сыре наблюдается на 2-е сутки, а затем постепенно уменьшается и несколько увеличивается в теплой камере (бродильной).

В США и в России (на Алтае) вырабатывают швейцарский сыр из пастеризованного молока. В Ереванском зооветеринарном институте (ЕрЗВИ) была подобрана бактериальная закваска по способности штаммов накапливать свободные аминокислоты в том количестве и соотношении, в каком они находятся в зрелых сырах высшего качества. Одновре-

менно применялась смесь микроэлементов в качестве ускорителей созревания сыра и повышения его качества. Использовалось полимерное покрытие швейцарского сыра традиционной формы, а именно упаковывание его в сарановый мешок. В результате этого выход продукта увеличился, повысились производительность труда и в целом качество сыра.

Швейцарский блочный сыр. Характерной особенностью его технологии является изготовление крупных прямоугольных блоков, массой от 30 до 45 кг, упаковываемых на период созревания в полимерные пленки. Длина блоков может быть от 60 до 65 см, ширина – от 35 до 45 см и высота от 12 до 18 см.

Сыр можно фасовать брусками прямоугольной формы разных размеров массой нетто от 2 до 6 кг.

Вкус и запах сыра – умеренно выраженный сырный, сладковатый. Ему присуща пластичная, слегка плотная консистенция. Рисунок состоит из глазков круглой или овальной формы. Допускается отсутствие глазков в отдельных порциях сыра, полученных от торцовых сторон блока.

В нормализованное и пастеризованное молоко при температуре свертывания вносят водный раствор хлористого кальция из расчета (20±10) г безводной соли на 100 кг перерабатываемого молока и бактериальную закваску.

В смесь перед свертыванием допускается вносить при недостаточно высоком качестве молока калий или натрий азотнокислый в виде водного раствора из расчета (20±10) г соли на 100 кг молока.

С целью улучшения свертывания молока и повышения гидрофильности сырного зерна можно применять поваренную соль сорта «Экстра» из расчета не более 100 г на 100 кг молока. Соль вносят в виде пастеризованного и охлажденного раствора.

Молочная смесь перед свертыванием должна иметь титруемую кислотность не более 19 °Т.

В производстве швейцарского блочного сыра используют комбинированную закваску молочнокислых бактерий, состоящую из мезофильных молочнокислых палочек (*L. helveticus*, *L. lactis*) и стрептококка (*S. thermophilus*), а также культуры пропионовокислых бактерий и препарата мезофильных молочнокислых палочек вида *L. plantarum*. Количество закваски мезофильных молочнокислых стрептококков составляет от 0,2 до 0,4%, термофильных молочнокислых палочек – от 0,05 до 0,2% и термофильного стрептококка – от 0,3 до 0,6%. Сухую культуру, культуру пропионовокислых бактерий и препарата *L. plantarum* вносят непосредственно в молоко.

Температуру свертывания устанавливают в пределах от 30 до 34 °С. Продолжительность свертывания – от 25 до 35 мин. По достиже-

нии нормальной плотности сгустка производят его разрезку и постановку зерна в течение 15–25 мин. Основная часть сырного зерна после постановки должна иметь размер от 4 до 6 мм. Титруемая кислотность сыворотки после разрезки должна составлять от 12 до 14 °Т, активная – pH 6,35–6,55.

В процессе разрезки сгустка и постановки зерна удаляют 30% сыворотки от количества перерабатываемого молока.

После постановки зерно вымешивают до достижения нужной степени упругости. При нормальном протекании молочнокислого процесса продолжительность вымешивания зерна до второго нагревания составляет от 20 до 60 мин. Нарастание кислотности сыворотки за этот период должно составлять от 0,5 до 1,0 °Т.

Температуру второго нагревания устанавливают в пределах от 52 до 58 °С. Нагревание проводят, постепенно повышая температуру в течение 20–30 мин при интенсивном перемешивании, не допуская комкования зерна.

По окончании второго нагревания сырное зерно продолжают вымешивать до готовности. Готовое зерно не должно полностью терять клейкость. Основная часть готового к формованию сырного зерна должна иметь размер от 2 до 4 мм. Титруемая кислотность сыворотки в конце обработки зерна при нормальном молочнокислом процессе должна составлять от 13 до 15 °Т, активная – pH 6,25–6,45.

Швейцарский блочный сыр формуют из пласта. В течение всего процесса формования зерно должно находиться под слоем сыворотки. В зависимости от установленного на предприятии оборудования возможны два способа формования и прессования сырной массы.

Первый способ предусматривает формование всей сырной массы, полученной из одного сыроизготовителя, в единый пласт с последующим его прессованием и разрезкой отпрессованного пласта на блоки.

Второй способ заключается в формовании сырной массы сразу в блоки с последующим их прессованием.

По первому способу готовое зерно с сывороткой подается насосом в формовочно-прессующее устройство, предварительно заполненное сывороткой. По окончании загрузки поверхность сырного зерна выравнивают, закрывают дренажной сеткой, накладывают прижимную крышку и удаляют сыворотку. В течение 10–20 мин пласт выдерживают под грузом крышки, а затем прессуют при давлении от 3,15 до 4,73 кПа. Продолжительность прессования – 18–22 ч. По окончании прессования пласт разрезают на блоки и направляют их в солильные бассейны.

По второму способу смесь сырного зерна с сывороткой направляют через распределительное устройство в заранее подготовленые перфори-

рованные формы, установленные на съемном днище пресс-ванны. После выпуска из сыроизготовителя всей сырной массы из формы вынимают вставки, сыр закрывают крышками, сыворотку из пресс-ванны удаляют. Производят самопрессование в течение 25–35 мин, а затем приступают к прессованию, во время которого сыр 5 раз переворачивают.

Давление на сыр повышают постепенно. Оно меняется в пределах от 9,81 до 60,93 кПа (0,01–0,71 кгс/см^2). Общая продолжительность прессования составляет от 5 до 6 ч.

Отпрессованный сыр выдерживают в формах в течение 8–12 ч, затем взвешивают и направляют в солильные бассейны.

После прессования оптимальное значение массовой доли влаги составляет от 38 до 39%, активная кислотность – pH 5,6–5,4.

Посолку швейцарского блочного сыра проводят в рассоле, имеющем температуру 8–12 °С, в течение 2–6 сут в зависимости от влаги в сыре после прессования. Концентрация поваренной соли в рассоле должна составлять не менее 18%.

По окончании посолки сыр извлекают из рассола и направляют в упаковочное отделение. Упаковывание блоков сыра в полимерную пленку проводят двумя способами: при созревании сыра в контейнерах применяют безвакуумное упаковывание, при созревании на стеллажах – упаковывание под вакуумом в повиденовые пакеты с термообработкой пленки.

Упакованный сыр направляют в камеру созревания с температурой 10–14 °С на 20–30 сут. После этого его перемещают в бродильную камеру с температурой 20–24 °С, где выдерживают 20–40 сут в зависимости от интенсивности газообразования, а затем помещают в камеру с температурой 6–10 °С до окончания созревания.

При излишне интенсивном газообразовании в бродильной камере допускается для предотвращения вспучивания сыра уменьшать продолжительность выдержки в ней сыра по сравнению с указанными оптимальными значениями или понижать температуру выдержки до 18 °С. Во всех камерах поддерживают относительную влажность воздуха не более 80%.

В процессе созревания сыр не реже двух раз в месяц переворачивают. При необходимости сыр переупаковывают. Общая продолжительность созревания сыра составляет 90 суток.

Массовая доля влаги в зрелом сыре должна составлять от 36 до 40%. Оптимальное значение массовой доли влаги находится в пределах от 37 до 38%. Оптимальная активная кислотность составляет pH 5,4–5,8.

Созревший сыр направляют на реализацию. Он может реализовываться блоками (массой от 30 до 45 кг), а также фасованным на бруски и ломтики.

Советский сыр вырабатывают главным образом в предгорных и горных районах Алтайского, Краснодарского, Ставропольского краев, а также Грузии и Армении. Он имеет форму прямоугольного бруска (длина 48–50 см, ширина 18–20 см, высота 12–17 см) со слегка срезанными вертикальными гранями и выпуклыми боковыми поверхностями, массой 12–16 кг. Верхняя и нижняя поверхности также могут быть слегка выпуклыми.

Вкус и запах сыра – выраженный, сырный, сладковатый, слегка пряный. Ему присуща пластичная, однородная консистенция. Рисунок состоит из глазков круглой или овальной формы, равномерно расположенных по всей массе.

В отличие от швейцарского, советский сыр вырабатывают только из пастеризованного молока. В нормализованное и пастеризованное молоко при температуре свертывания вносят водный раствор хлористого кальция из расчета 10–40 г безводной соли на 100 кг молока и бактериальную закваску. Смесь перед свертыванием должна иметь титруемую кислотность не более 19 °Т.

Дозы и время внесения производственных заквасок устанавливают в зависимости от степени зрелости молока, активности заквасок и интенсивности развития молочнокислого процесса.

При выработке советского сыра используют производственные бактериальные закваски мезофильных молочнокислых стрептококков, термофильных молочнокислого стрептококка (*S. thermophilus*) и палочек (*L. helveticus, L. lactis*), а также культуру пропионовокислых бактерий, препарат мезофильных молочнокислых палочек вида *L. plantarum.*

Количество вносимой производственной закваски: мезофильных молочнокислых стрептококков – от 0,2 до 0,3%; термофильных молочнокислых культур, приготовленных с использованием препарата ТМБ – от 0,3 до 0,6%.

При использовании сухих заквасок термофильных молочнокислых палочек и стрептококков количество вносимой закваски составляет: термофильного стрептококка – от 0,2 до 0,3%; термофильных молочнокислых палочек – от 0,1 до 0,3%.

Сухую культуру пропионовокислых бактерий вносят непосредственно в молоко из расчета одна порция массой (0,50±0,05) г на 5000 кг перерабатываемого молока.

Сухой бактериальный препарат мезофильных молочнокислых палочек вида *L. plantarum* вносят также непосредственно в молоко из расчета (0,30±0,05) г на 5000 кг перерабатываемого молока.

При использовании зрелого молока рекомендуется сначала налить его в ванну, а затем добавить приготовленную нормализованную смесь.

Помимо бактериальной закваски и пропионовокислых бактерий, необходимо вносить соли кальция из расчета от 10 до 40 г на 100 кг смеси и допускается применять селитру калия в количестве от 10 до 20 г на 100 кг смеси.

Молоко свертывается под действием сычужного фермента при 32–34 °С в течение 25–30 мин. Сгусток должен быть средней плотности. Его разрезают на кубики размером 10–12 мм, а затем приступают к постановке зерна.

При выработке советского сыра размер зерна (5–7 мм) несколько больше, чем у швейцарского. Длительность постановки зерна составляет 15–25 мин в зависимости от плотности сгустка. После постановки зерна рекомендуется удалить 10–20% сыворотки, чтобы сырная масса при перемешивании не расплескивалась.

Когда сырные зерна приобретают необходимую твердость и сухость, приступают ко второму нагреванию, предварительно удалив от 10 до 20% сыворотки. Иногда к оставшейся сыворотке прибавляют подогретую воду из расчета от 5 до 15 л на 100 кг молока. Прибавлением воды снижают кислотность сыворотки, а также содержание молочного сахара. После постановки зерно вымешивают до определенной степени упругости и перед вторым нагреванием удаляют еще 10–20% сыворотки. При нормальном протекании молочнокислого процесса общая продолжительность разрезки сгустка, постановки и обработки зерна до второго нагревания составляет 50–70 мин, а нарастание кислотности сыворотки от момента разрезки до второго нагревания – от 0,5 до 1,5 °Т.

Температуру второго нагревания устанавливают в пределах 52–55 °С в зависимости от степени обезвоживания сырной массы (более высокую – при медленном обезвоживании). Кислотность сыворотки перед началом второго нагревания обычно бывает не выше 11 °Т, а в конце – около 12 °Т. Второе нагревание длится 20–30 мин в зависимости от качества молока и характера сгустка: при медленном обезвоживании продолжительность нагревания увеличивают, а при интенсивном – сокращают.

После второго нагревания сырную массу продолжают вымешивать в течение 40–60 мин. Если довести зрелость молока до определенного уровня, можно продолжительность всех ранее указанных процессов значительно сократить. Сырное зерно доводят вымешиванием до такой же степени клейкости, что и для швейцарского сыра. Основная часть сырного зерна в конце обработки должна иметь размер 3–5 мм.

При нормальном течении молочнокислого процесса нарастание кислотности сыворотки после второго нагревания обычно составляет от 0,5 до 1,0 °Т.

Советский сыр формуют из пласта по общепринятой методике. Пласт подпрессовывают в течение 20–30 мин при давлении от 1 до 2 кПа (0,01–0,02 кгс/см^2). Затем разрезают на бруски, количество которых определяют, исходя из расчета 130–140 кг смеси молока на один брусок. При разрезании пласта необходимо учитывать стандартные размеры сыра и, изменяя высоту в возможных пределах (15–20 см), не допускать потерь сырной массы. Полученные бруски осторожно, не допуская разрыва пласта, укладывают в предварительно подготовленные формы. В формах бруски сырной массы выдерживают без давления в течение 20–50 мин, для самопрессования формы с сыром переворачивают. По окончании самопрессования формы с сыром вновь переворачивают, сыры маркируют и помещают под пресс.

Для прессования советского сыра применяют деревянные, выстланные влажными серпянками формы или металлические с перфорированными вставками (бессалфеточное прессование). Для того, чтобы не образовалось наплывов на ребрах сыра, подкладывают под крышку деревянных форм металлические угольники.

Прессуют сыр в течение 4–6 ч при постепенном повышении давления от 10 до 60 кПа (от 0,1 до 0,6 кгс/см^2). Во время прессования, в зависимости от используемого дренажного материала, делают от одной до трех перепрессовок: через 30–60 мин, 1,5–2,5 и 3,5–4,5 ч прессования. При последней перепрессовке сыр заворачивают в сухую серпянку.

Отпрессованный сыр должен иметь хорошо замкнутую поверхность и активную кислотность pH 5,5–5,7. Оптимальная массовая доля влаги в сыре после прессования – от 38 до 40%.Температура воздуха в солильном помещении должна быть в пределах 8–12 °С, относительная влажность 90–92%, концентрация рассола 20–22%. Оптимальная продолжительность посолки – 4–6 дней. После посолки сыры обсушивают на стеллажах в течение 1–3 сут.

Созревание советского сыра проводят в три стадии. После посолки и обсушки сыр в течение 15–25 суток выдерживают при температуре 10–12 °С и относительной влажности воздуха от 85 до 90%, а затем перемещают в бродильную камеру с температурой воздуха 20–24 °С и относительной влажностью от 90 до 95%, где происходит основное брожение и образование рисунка в сыре.

Продолжительность нахождения сыра в бродильной камере – от 25 до 35 сут в зависимости от интенсивности процесса брожения. Признаками нормального брожения сыра являются наличие незначительного подъема горизонтальных полотен, округления боковых сторон и характерного звука при простукивании, свидетельствующего об образовании рисунка. В бродильной камере каждые 5 сут сыр переворачивают. К кон-

цу брожения сыры затвердевают и приобретают корку. Затем сыры переносят для дозревания в прохладную камеру с температурой 10–12 °С и относительной влажностью 86–90%. Если опасаются вторичного брожения, то снижают температуру до 9–11 °С. В этой камере сыры остаются до полного созревания, в процессе которого образуется достаточно прочная корка.

В процессе созревания применяют различные способы ухода за поверхностью сыра: традиционный, созревание в полимерной пленке и комбинированных защитных покрытиях. При выборе способа ухода за сыром учитываются состояние поверхности, массовая доля влаги в сыре после прессования, условия созревания и реализации.

С целью сокращения затрат труда по уходу, а также снижения усушки в процессе созревания сыр упаковывают в полимерную пленку или применяют двухслойное комбинированное покрытие.

Сыр упаковывают в пленку после выхода из бродильной камеры. Предварительно проверяют состояние поверхности головки, не допуская к упаковке сыры с увлажненной поверхностью и наличием плесени и слизи, а также с поврежденным поверхностным слоем и деформированные. Массовая доля влаги в сыре перед упаковкой должна составлять 37–39%. Допускается упаковка сыра, имеющего влажность после прессования не более 39%, в пленку на 4–6 сут после посолки и некоторого уплотнения поверхностного слоя.

Общий срок созревания советского сыра составляет 90 суток. Оптимальные физико-химические показатели зрелого сыра: массовая доля влаги – от 36 до 38%, поваренной соли – от 1,5 до 1,8%, активная кислотность – pH 5,5–5,7.

Алтайский сыр имеет форму низкого цилиндра (диаметр 32–36 см, высота 12–16 см) со слегка выпуклой боковой поверхностью и округленными гранями. Масса сыра 12–18 кг.

Вкус и запах сыра – выраженный сырный, сладковатый, слегка прянный. Ему присуща пластичная, однородная консистенция. Рисунок состоит из глазков круглой и слегка овальной формы, равномерно распределенных по всей массе сыра.

Алтайский сыр похож на швейцарский, но вырабатывается из пастеризованного молока.

При выработке алтайского сыра используют производственные закваски мезофильных молочнокислых стрептококков, термофильных молочнокислых палочек (*L. helveticus*, *L. lactis*) и стрептококков (*S. thermophilus*), а также культур пропионовокислых бактерий и препарат мезофильных молочнокислых палочек вида *L. plantarum*. Количество вносимой в смесь закваски такое, как в производстве советского сыра.

Молочная смесь с титруемой кислотностью не более 19 °Т подвергается свертыванию при температуре от 32 до 34 °С. Основная часть зерна после постановки должна иметь размер 3–5 мм.

Технологические параметры производства близки к технологии у советского сыра. В производстве алтайского сыра ставится более мелкое зерно. Основная часть его после разрезки и измельчения сгустка должна иметь размер 3–5 мм, а в конце обработки – 2–4 мм. Температура второго нагревания 50–54 °С. Продолжительность вымешивания сырного зерна после второго нагревания при нормальном течении молочнокислого процесса составляет от 30 до 60 мин. Титруемая кислотность сыворотки в конце обработки не должна быть выше 19 °Т.

Алтайский сыр формуют из пласта. Давление во время прессования постепенно увеличивается. Оптимальная массовая доля влаги после прессования – от 38 до 40%. Применяют трехступенчатый температурный режим созревания, как в производстве советского сыра. После бродильной камеры сыр парафинируют.

Оптимальные физико-химические показатели зрелого алтайского сыра: массовая доля влаги – от 36 до 37%; активная кислотность – pH 5,4–5,6. Общая продолжительность созревания алтайского сыра составляет 120 суток.

Карпатский сыр бывает двух размеров: большой – диаметр 58–60 см, высота 13–15 см, масса 45–50 кг; малый – диаметр 32–35 см, высота 10–13 см, масса 12–15 кг. Форма – низкий цилиндр со слегка выпуклой боковой поверхностью, нижнее и верхнее полотна сыра могут также иметь небольшой подъем. Вкус сыра – умеренно выраженный, пряный, слегка сырный, допускается наличие слабой кислотности, тесто нежное, однородное по всей массе, с рисунком, состоящим из глазков круглой или овальной формы различных диаметров. Вырабатывается по технологии близкой к технологии советского сыра. При его производстве применяется закваска мезофильных и термофильных молочнокислых стрептококков, а также молочнокислых палочек. Температура второго нагревания 48–50 °С. Массовая доля влаги после прессования – 40–42%, активная кислотность – pH 5,5–5,7. Срок созревания – 50–60 суток.

Украинский сыр. Форма сыра – высокий цилиндр с размерами: высота 40–50 см, диаметр 15–18 см, масса 8–10 кг. Вкус и запах сыра – пряный, без посторонних привкусов и запахов, тесто эластичное. В его производстве применяется закваска, состоящая из термофильных молочнокислых стрептококков и молочнокислых палочек. Технология его производства близка к технологии советского сыра.

Бийский сыр имеет форму бруска с квадратным основанием, размерами 26×26 см, высотой 12–15 см, массой 8–11 кг. Активная кислотность

сыра после прессования – pH 5,5–5,7. Вкус и запах сыра – выраженные сырные, слегка пряные, допускается кисловатый привкус. Его тесто нежное, пластичное, однородное по всей массе. Рисунок состоит из глазков круглой или овальной формы разного диаметра. Способ производства бийского сыра близок к технологии советского сыра. Температура второго нагревания – 50–52 °С. Продолжительность созревания – 60 суток.

Горный сыр имеет форму прямоугольного бруска длиной 36–39 см, шириной 16–17 см, высотой 12–13 см, массой 7,5–9 кг. Вкус сыра – выраженный сырный, слегка пряный, допускается наличие слабой кислотности, легкой горечи и слабокормового привкуса. Рисунок состоит из глазков круглой или овальной формы разного диаметра, в некоторых случаях допускается отсутствие рисунка (рис. 30.2).

Сырьем для производства сыра служит коровье пастеризованное молоко кислотностью 17–20 °Т. В подготовленное к свертыванию молоко вносят водный раствор солей микроэлементов из расчета 4,3 г на 1 т молока (в том числе, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ – 2,3 г, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ – 0,1 г, $ZnCl_2 \cdot H_2O$ – 1,34 г, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ – 0,57 г). В зависимости от количества перерабатываемого за сутки молока рассчитывают и приготовляют растворы каждой из солей в 0,3 или 0,5 л дистиллированной или пастеризованной воды при 70–75 °С. Перед употреблением готовят смесь водных растворов солей, которую разбавляют в 2–3 л молока и сливают в сыроизготовитель при перемешивании для равномерного распределения. После чего добавляют бактериальные закваски молочнокислых стрептококков и палочек, а также чистые культуры пропионовокислых бактерий. Дозы применяемых заквасок составляют для молочнокислых палочек (*L. lactis*, *L. plantarum*, *L. casei*) 0,15–0,35% и для молочнокислых стрептококков (*S. thermophilus*, *S. lactis*) 0,2–0,5%. Пропионовокислые бактерии добавляют в количестве 0,3–0,5 мл культур на 1 т перерабатываемого молока.

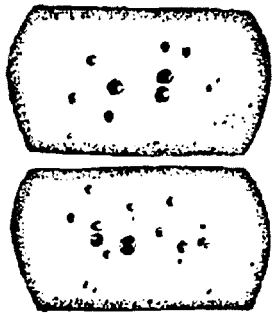


Рис. 30.2. Горный сыр в разрезе

В готовую смесь молока вносят раствор сычужного порошка. Сгусток разрезают механическими ножами-мешалками. Продолжительность разрезки сгустка и постановки зерна не должна превышать 15–20 мин. Размер зерна к концу постановки составляет 5–7 мм. После этого из сыроизготовителя сливают 25–30% сыворотки и вымешивают зерно в течение 15–20 мин до приобретения им определенной степени упругости.

Температуру второго нагревания сырного зерна устанавливают в пределах 47–50 °С в зависимости от зрелости молока и интенсивности молочнокислого процесса. Для нормализации молочнокислого процесса в начале нагревания в перерабатываемую массу вносят 5–10% пастеризованной воды. Продолжительность второго нагревания составляет 25–30 мин. После второго нагревания сырное зерно вымешивают до готовности. Продолжительность вымешивания сырного зерна колеблется в пределах 40–60 мин и зависит от свойств перерабатываемого молока. Размер готового обсушенного зерна – 4–5 мм.

Горный сыр формуют из пласта. Толщина пласта должна быть на 2–3 см больше высоты зрелого сыра. По окончании самопрессования формы с сыром помещают под пресс. В процессе прессования проводят три перепрессовки. Во время первой перепрессовки сыры маркируют казеиновыми цифрами с указанием даты выработки и номера варки. Общая продолжительность прессования – 3–4 ч.

Созревание горного сыра начинается в камерах для посолки сыров с температурой 10–12 °С и относительной влажностью 88–92%. Солят 4–5 сут, обсушивают и направляют в камеры для созревания, где сыр выдерживают 10–15 дней, а затем перемещают в бродильную камеру с температурой воздуха 22 °С и относительной влажностью 92–94%. Продолжительность выдержки сыра в бродильной камере – 20–30 дней в зависимости от интенсивности процесса брожения. Признаками нормального брожения сыра являются наличие незначительного подъема верхнего и нижнего полотен, округления боковых сторон и характерного звука при простукивании, свидетельствующего об образовании рисунка.

В бродильной камере сыр через каждые 3–5 дней моют водой, нагретой до 30–40 °С. Из бродильной камеры сыр переносят в камеру, где температура воздуха 10–12 °С и относительная влажность 85–90%. Здесь моют, обсушивают, маркируют и покрывают расплавом. В дальнейшем сыр через каждые 10–12 дней переворачивают и осторожно обтирают сухой чистой тканью до отгрузки; допускается созревание сыра в полимерной пленке. Сыр горный выпускается с завода в 2-месячном возрасте.

К этой же группе относятся альпийский и славянский сыры.

Терочные сыры наиболее распространены в Италии и Аргентине. Они отличаются твердой консистенцией, поэтому применяются в размельченном виде в качестве приправ к разным блюдам, в основном к макаронам и овощным блюдам. Содержание влаги в них не превышает 51% к сухому обезжиренному веществу. Наиболее известны из этих сыров пармезан, проволоне, сбринц, грано-педано, пекорино и др. Отличительной особенностью технологии их производства является использование заквасок из термофильных молочнокислых палочек и стрептококков, высокотемпературная обработка сырного зерна и созревание при повышенном содержании поваренной соли и низкой массовой доле влаги (ниже 36%). Они не имеют рисунка.

К моменту свертывания титруемая кислотность молочной смеси составляет 20–23 °Т. Свертывание производят при температуре 32–35 °С в течение 20–25 мин. Размер зерна после его постановки – 3–4 мм. Второе нагревание производят двухступенчато. Сначала устанавливается температура 43 °С, а потом – 52–58 °С. После прессования сыры подвергают длительной посолке. Эти технологические приемы направлены на интенсификацию обезвоживания сырной массы. Сыры созревают не менее 6 мес. Для интенсификации расщепления жира применяют липолитические ферменты.

Самопрессующиеся сыры с чеддеризацией и плавлением сырной массы. *Сыр сулугуни* вырабатывают из коровьего, буйволиного, овечьего и козьего молока. Производство сыра сулугуни особенно развито в Грузии. Форма – низкий цилиндр, высотой 2,5–3,5 см и диаметром 15–20 см. Масса сыра – от 0,5 до 1,5 кг. Вкус и запах сыра – чистые, выраженные, вкус умеренно соленый. Его консистенция плотная, слоистая, эластичная. Рисунок отсутствует. Допускается наличие небольшого количества глазков и пустот неправильной формы. Сыр сулугуни используют в свежем виде после однодневной посолки. Этот сыр не имеет корки.

Молоко, предназначенное для выработки сулугуни, подвергают созреванию. В бактериальную закваску для сулугуни подбирают штаммы по способности накапливать характерные для него аминокислоты. В состав закваски включают *S. lactis* – штамм 1032, *S. faecalis* – штамм 730, *S. thermophilus* – штамм 1011, *L. lactis* – штаммы 1718 и 1816. Кислотность коровьего молока после добавления культур должна составлять 20–21 °Т, а овечьего – от 28 до 30 °Т. В овечье молоко рекомендуется также вносить 15–25 г хлорида кальция и калиевую селитру в количестве 30 г на 100 кг молока.

После внесения культур и солей молоко подогревают и свертывают сычужным ферментом или пепсином при 31–35 °С. За 3–5 мин до окон-

чания свертывания определяют готовность сгустка на излом. Сгусток при выработке сыра сулугуни должен быть плотным: его разрезают вертикальными или горизонтальными ножами. После разрезания сырную массу оставляют на 2 –3 мин для выделения сыворотки и затем осторожно вымешивают в течение 10–15 мин.

Второе нагревание проводят при 34–37 °С, но можно обойтись без него, если повысить температуру свертывания на 2–3 °С. После нагревания сырную массу продолжают вымешивать 10–15 мин до получения достаточно сухого, но не потерявшего клейкости зерна. Сырный пласт подпрессовывают в течение 20–30 мин. Потом его разрезают на одинаковые части, укладывают в серпянку пирамидой, по 4–6 брусков в каждой, выдерживают при 35 °С, переворачивая их каждые 1–1,5 ч и меняя бруски местами. Размер брусков – 15–25 см, однако они могут быть и больших размеров: длиной 40–50 см, шириной 40–50 см и высотой 8–10 см. При понижении температуры до 20–25 °С созревание сырной массы удлиняется.

Во время созревания продолжается, постепенно замедляясь, выделение сыворотки из сырной массы. Кислотность сыворотки – один из показателей процесса созревания. Постепенно повышаясь, она к концу созревания достигает 70–80 °Т, а кислотность массы – 150–160 °Т. К концу созревания масса бывает пронизана молочнокислыми глазками сплющенной растянутой формы. Созревшее тесто должно хорошо растягиваться и слипаться при плавлении. Такое тесто дробят на мелкие части величиной 0,5–1 см и плавят в воде при 70 °С. После плавления осуществляют формование в низкий цилиндр в соответствующих формах и оставляют на 2–4 ч.

После остывания сыр солят. Для этого свежие сыры помещают на 12–18 ч в насыщенный рассол при температуре 8–10 °С. После посолки сыры упаковывают в бочки вместимостью 25–100 кг и заливают насыщенным рассолом. При перевозке на небольшое расстояние и при быстрой реализации сыры можно транспортировать в бочках без рассола или в ящиках.

Максимальное количество микрофлоры сырная масса содержит после чеддеризации. Процесс созревания сыра сулугуни происходит в основном в период чеддеризации, и поэтому протеолитическая активность бактериальной закваски имеет большое значение. При нормальном ведении технологического процесса в сыре сулугуни накапливается значительное количество растворимых форм азота. Так, в свежем сыре растворимого азота содержится 5,3, небелкового – 2,9%, а в 15-дневном – соответственно 14,7 и 9,6%.

Вулканештский сыр изготовляют из обезжиренного молока, которое пастеризуют при 72 °С, охлаждают до 32–34 °С, вносят бактериальную закваску в количестве 3–4% и оставляют при этой температуре до достижения кислотности 42–43 °Т. Процесс чеддеризации в этом случае перенесен в молоко вместо сырной массы, как это принято в сыроделии. Затем прибавляют сычужный порошок или пепсин из расчета 2 г на 100 кг молока. После полученный сгусток разрезают и сырную массу направляют в емкость для плавления при температуре 68–70 °С.

Во время плавления добавляют сливки и соль в количествах, отвечающих требованиям ТУ.

При этом можно регулировать влажность сыра, изменяя содержание жира в сливках. Вулканештский сыр можно вырабатывать также и из нормализованного по жиру и белку молока. В этом случае во время плавления массы добавляют только соль. Тепловую обработку (то есть плавление) ведут при 68–70 °С. Готовую сырную массу переносят в прямоугольные сырные формы порциями по 2–2,5 кг и оставляют для самопрессования (6–8 ч). При этом рекомендуется два раза переворачивать сыр для получения более замкнутой поверхности. По окончании самопрессования сыр упаковывают в полимерную пленку под вакуумом. Сыр укладывают в картонные коробки и переносят в камеру хранения с температурой 10–12 °С. Сыр можно реализовать на следующий же день после изготовления. Срок хранения не более 10 дней.

Микробиологические процессы при созревании твердых сыров с высокотемпературной обработкой сырной массы

Сыры этой группы характеризуются тем, что в них процессы созревания протекают в основном под воздействием ферментных систем молочнокислых бактерий. Сычужный фермент при высокой температуре второго нагревания разрушается и не играет (или почти не играет) заметной роли в созревании этих сыров.

В швейцарском сыре наибольший объем микрофлоры наблюдается на 2-е сутки и составляет 1154 млн. в 1 г сыра. При этом молочнокислые палочки составляют 80% общего количества уже на 1-е сутки. Смена микрофлоры происходит во время прессования и в 1-й день после него. Средний объем микрофлоры в первые 10 дней в этой группе составляет 470–500 млн. клеток. После этого периода (10 дней) объем микрофлоры резко снижается (в 5–6 раз) и в 40-дневном возрасте составляет 23 млн., а в 45-дневном – 14 млн. Некоторое увеличение объема микрофлоры в сыре происходит в бродильной камере. В этот период количество бактерий увеличивается до 500 млн. в 1 г сыра за счет пропионовокислых бак-

терий. В советском сыре максимальный объем микрофлоры наблюдался на третьи сутки.

Имеется некоторое различие и в соотношении молочнокислых палочек и стрептококков. В отличие от швейцарского в советском сыре в течение всего периода созревания сохраняется более или менее постоянное, почти равное соотношение между палочками и стрептококками. Во второй половине созревания в советском сыре преобладают мезофильные молочнокислые палочки. Резкое уменьшение количества микроорганизмов начинается с 10-дневного возраста и продолжается до конца созревания сыра. Активное развитие пропионовокислых бактерий происходит при созревании сыра в теплой камере. Их рост продолжается в течение всего последующего созревания. Они играют важную роль в образовании вкуса и рисунка сыра и являются необходимым условием получения типичного советского и швейцарского сыра. При этом *L. plantarum* стимулирует развитие в сыре пропионовокислых бактерий.

Иначе протекают микробиологические процессы в украинском сыре, так как в закваске содержится больше стрептококков, чем палочек, и температура второго нагревания ниже. Интенсивное развитие микрофлоры наблюдается во время обработки сырной массы и достигает максимума в первые дни созревания (2–3 сут). Объем микрофлоры в это время составляет 3–3,5 млрд. в 1 г сыра. В процессе посолки количество бактерий увеличивается, после чего идет медленное уменьшение до конца созревания.

В терочных сырах и в сырах, которые после чеддеризации плавятся, объем микрофлоры резко уменьшается под влиянием высокой температуры плавления, остаются термостойкие палочки и в небольшом количестве – стрептококки.

В дальнейшем остаточная микрофлора развивается слабо, так как содержание влаги доводится до 30% у кавказких сыров высшей зрелости и 38% – у сыров средней зрелости. В результате степень зрелости этих сыров незначительна, несмотря на длительный срок их созревания.

Твердые сыры с низкотемпературной обработкой сырной массы

Прессуемые сыры. К твердым сычужным сырам с низкой температурой второго нагревания относят костромской, голландский брусковый, голландский круглый, степной, ярославский, эстонский, станиславский, днестровский, буковинский, угличский, сусанинский, литовский, прибалтийский. Их химический состав приведен в табл. 30.2.

Основными факторами, определяющими видовые особенности сыров этой группы, являются следующие:

- применение бактериальных заквасок, состоящих в основном из мезофильных молочнокислых стрептококков (при выработке днестровского и сусанинского сыров добавляют болгарскую палочку, станиславского – ацидофильную палочку, эстонского – биопрепарат);
- температура второго нагревания сырного зерна – 36–42 °С в зависимости от вида сыра и способности зерна к обезвоживанию;
- обеспечение влажности сыра после прессования (43–48%);
- определенный уровень активной кислотности сырной массы на каждом этапе производства;
- в сыре после прессования – pH 5,3–5,6, в трехсуточном возрасте – 5,2–5,25, в зрелом сыре – 5,1–5,4;
- умеренное содержание в сырах поваренной соли (1,5–2,5%), для отдельных видов – пониженное содержание соли (днестровский и сусанинский сыры);
- применение в процессе созревания нескольких температурных режимов (10–12, 14–16 и 10–12 °С) для группы сыров типа костромского и голландского.

Созревание сыров этой группы проходит в основном под влиянием молочнокислой микрофлоры. Бактериальные закваски состоят из мезофильных молочнокислых стрептококков. Развитие молочнокислой микрофлоры предопределяется температурой второго нагревания, равной

30.2. Химический состав сыров с низкотемпературной обработкой сырной массы

Сыр	Содержание, %		
	жира в сухом веществе, не менее	влаги, не более	хлорида натрия
Костромской	45	44	1,5–2,5
Голландский:			
брусковый	45	44	1,5–3,0
круглый	50	43	1,5–3,0
Степной	45	44	2,0–3,0
Ярославский	45	44	1,5–2,5
Эстонский	45	44	1,5–2,5
Станиславский	45	46	2,0–2,5
Днестровский	50	46	1,5
Буковинский	45	44	1,5–2,5
Угличский	45	44	1,5–2,5
Сусанинский	45	48	1,0–1,8
Литовский	30	52	2,0–3,0
Прибалтийский	20	55	2,0–3,0

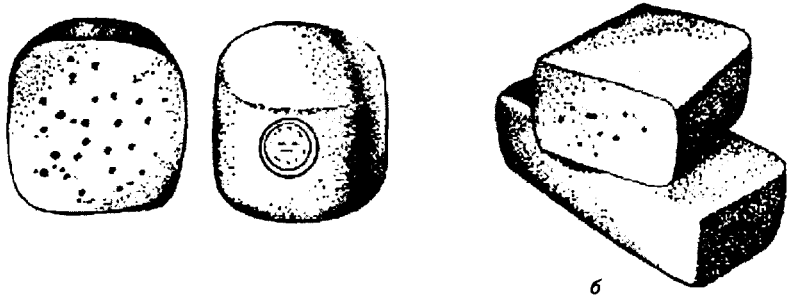
41–42 °С. Оптимальная влажность после прессования 42–48%, а зрелых сыров – от 39 до 42%.

К сырам этой группы относятся сыры пониженной жирности. Это литовский и прибалтийский сыр. Для выработки этих сыров используют пастеризованное, сыропригодное молоко. В целях улучшения технологических свойств молока в него вносят 20–30% зрелого пастеризованного молока и хлористый кальций из расчета 15–30 г кристаллической соли на 100 кг молока.

Характерная особенность сыров пониженной жирности – это повышенная влажность сыра после прессования и зрелого продукта, что достигается постановкой более крупного зерна, понижением температуры второго нагревания до 32–37 °С и меньшей обсушкой зерна. Для сыров 30%-ной жирности содержание влаги в сыре после прессования составляет 52–56%, в зрелом продукте – 49–51%, для сыров 20%-ной жирности – соответственно 58–60 и 53–55%.

Голландский сыр пользуется большим спросом у населения. Вырабатывают сыр в виде бруска длиной 24–30 см, шириной 12–15 см, высота 9–12 см, и шаровидного цилиндра высотой 10–16 см и диаметром 12–16 см. Вес головки брускового сыра – 2,5–6,0 кг; круглого – от 1,8 до 2,5 кг. Вкус и запах сыра – выраженный сырный, с наличием остроты и легкой кислотности. Его консистенция: тесто пластичное, слегка ломкое на изгибе, однородное. Рисунок состоит из глазков круглой, овальной или угловатой формы, равномерно расположенных по всей массе (рис. 30.3).

Голландский сыр вырабатывают из пастеризованного молока с применением чистых культур. Молоко должно быть нормальной зрелости (17–19 °Т). Особенно важно качество молока при выработке круглого голландского сыра. При производстве голландского брускового и круглого сыров, технологические параметры близки. Только для круглого сыра из-за более высокой жирности сырной массы ставят более мелкие



б

Рис. 30.3. Голландский сыр:
а – круглый; б – брусковый

зерна и повышают температуру второго нагревания. В молоко добавляют комплекс чистой культуры молочнокислых стрептококков в количестве от 0,5 до 1% и хлорид кальция – до 40 г на 100 кг молока. Молочная смесь перед свертыванием должна иметь титруемую кислотность не более 20 °Т. Молоко свертывается при температуре 30–34 °С в течение 25–35 мин. Готовый сгусток должен быть нормальной плотности и давать на расколе достаточно острые края с выделением прозрачной сыворотки. Разрезку сгустка и постановку зерна проводят в течение 15–25 мин. Основная часть сырного зерна после постановки должна иметь размер 5–8 мм.

Во время постановки зерна из ванны (сыроизготовителя) удаляют 30–40% сыворотки (от количества перерабатываемого молока) или 20–30% – при условии дополнительного отлива перед вторым нагреванием. Для получения ровного зерна сгусток надо разрезать вначале медленно, плавно, а затем постепенно ускорять процесс.

После постановки зерно вымешивают до достижения определенной степени упругости. Перед вторым нагреванием дополнительно (если это требуется) отливают 15–25% сыворотки.

При нормальном развитии молочнокислого процесса нарастание кислотности сыворотки с момента разрезки сгустка до второго нагревания составляет от 1,0 до 1,5 °Т. При слишком интенсивном развитии молочнокислого процесса рекомендуется вносить в смесь зерна с сывороткой в начале второго нагревания от 5 до 15% пастеризованной воды (к количеству перерабатываемого молока).

Температуру второго нагревания устанавливают в зависимости от жирности сыра от 38 до 42 °С, жирные сыры нагревают до более высокой температуры. Сырную массу можно нагреть сразу или постепенно, в течение 10–20 мин. Если необходимо усилить молочнокислое брожение, то это время следует увеличить, а в противном случае – уменьшить.

В конце второго нагревания или сразу же после него проводят частичную посолку в зерне. Для этого в смесь сырного зерна с сывороткой вносят раствор поваренной соли из расчета 200–300 г соли на 100 кг перерабатываемого молока.

При замедленном обезвоживании зерна посолку сыра в зерне производить не рекомендуется. После второго нагревания сырную массу вымешивают до тех пор, пока зерно не приобретет достаточной упругости и требуемой степени клейкости. При нормальном зрелом молоке вымешивание продолжается не более 20–60 мин, после чего приступают к формованию. Голландские сыры формуют из пласта. Толщину и размеры его устанавливают из расчета: примерно 24 кг смеси молока для одного круглого сыра 50%-ной жирности и около 60 кг для одного брус-

кового сыра. Кислотность сыворотки с момента второго нагревания и до конца обработки должна нарасти в пределах от 1 до 1,5 °Т и составлять к концу обработки зерна не более 16 °Т.

Голландский брусковый сыр формуют из пласта по общепринятой методике. Подпрессовывают пласт в течение 15–25 мин при давлении 1–2 кПа (0,01–0,02 кгс/см^2), а затем разрезают на бруски, соответствующие размерам форм. Бруски сырной массы помещают в подготовленные формы и выдерживают от 20 до 50 мин для самопрессования. Прессуют сыр в течение 1,5–2,5 ч при постепенном повышении давления от 10 до 50 кПа (от 0,1 до 0,5 кгс/см^2). При необходимости через 30–60 мин от начала прессования сыр перепрессовывают. При использовании туннельных прессов и баропрессов максимальное давление прессования не должно превышать 25 кПа (0,25 кгс/см^2), а продолжительность прессования может быть сокращена до 45–75 мин. Оптимальная массовая доля влаги в сыре после прессования – от 43 до 45%, ее активная кислотность – pH 5,5–5,8. Отпрессованные сыры солят. Концентрация рассола должна быть не менее 18%. Весь процесс посолки длится 2,0–3,0 сут в зависимости от размеров сыра: чем крупнее сыр, тем дольше его надо солить. Температура в солильном помещении должна быть 8–12 °С, относительная влажность воздуха – от 90 до 95%. На 10-й день посолки соль проникает в сырную массу лишь на глубину 2–3 см и только на 45–60-й день равномерно распределяется по всей массе. После посолки сыры выдерживают от 2 до 3 сут в солильном отделении или специальном помещении для обсушки.

После обсушки сыр помещают на 12–14 сут в камеру созревания с температурой воздуха 10–12 °С и относительной влажностью от 85 до 90%, затем – на 1 месяц в камеру с температурой воздуха 14–16 °С и относительной влажностью от 80 до 85%, а в дальнейшем до конца созревания сыр выдерживают при температуре 12–14 °С и относительной влажности воздуха от 75 до 85%. При отсутствии условий для ступенчатого созревания этот процесс от начала до конца осуществляют при температуре 10–14 °С и относительной влажности воздуха от 80 до 90%. По мере появления на сырах плесени или слизи, но не позднее, чем через 10–12 сут, сыры моют в теплой воде (температура от 30 до 40 °С), обсушивают и после этого вновь размещают на чистых сухих полках. Во время созревания сыры необходимо (с целью предупреждения деформации головки и подопревания корки) переворачивать в течение первых трех недель каждую неделю, а в последующий период – через каждые 10–14 суток. Голландский круглый сыр переворачивают в 2 раза чаще. В возрасте от 15 до 25 сут, после наведения на сырах достаточно прочной корки, их моют, обсушивают и парафинируют.

С целью сокращения затрат труда по уходу, а также снижения усушки за период созревания сыр на 10–14-е сут упаковывают в пакеты из полимерной пленки или применяют двухслойное комбинированное покрытие.

Рисунок у голландского сыра начинает появляться в первые же дни и окончательно формируется к 10–15-дневному возрасту. Глазки бывают круглые и овальные, небольшие и частые. Зрелые сыры необходимо хранить при низкой температуре – от 0 до минус 5 °С. Общая продолжительность созревания голландского брускового сыра составляет 60 сут, а круглого – 75 суток. Оптимальные физико-химические показатели зрелого сыра: массовая доля влаги – от 39 до 42%; массовая доля поваренной соли – от 2,0 до 2,5%; активная кислотность – pH 5,25–5,35.

Костромской сыр имеет форму низкого цилиндра, со слегка выпуклой поверхностью и округлыми гранями. Диаметр сыра – от 24 до 28 см, высота – от 8 до 11 см, масса – от 3,5 до 7,5 кг. Вкус и запах сыра – умеренно выраженный сырный, кисловатый. Его консистенция – нежная, пластичная, однородная. Рисунок состоит из глазков круглой или овальной формы, равномерно расположенных по всей массе (рис. 30.4).

Технологические параметры производства костромского сыра близки к применяемым в производстве голландского брускового сыра. Кислотность молочной смеси перед свертыванием должна быть не более 20 °Т.

Костромской сыр может вырабатываться из молочного концентрата, полученного ультрафильтрацией. Ультрафильтрацию ведут до массовой доли сухих веществ в концентрате 13,5–15,0%, в том числе белка – 4,0–4,5% и жира – 4,2–4,7%. Это соответствует фактору концентрации от 1,4 до 1,5. Титруемая кислотность молочного концентрата перед переработкой на сыр должна быть не более 23 °Т. В случае его использования отлив сыворотки из сыроизготовителя не производят. Кислотность сыворотки до второго нагревания повышается на 1,0–2,0 °Т, а после него – на 0,5–1,5 °Т. Если кислотность сыворотки повышается слишком интенсивно, в начале второго нагревания в смесь рекомендуется

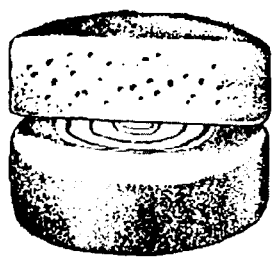


Рис. 30.4. Костромской сыр

вносить от 10 до 15% пастеризованной воды. Дозировка поваренной соли во время частичной посолки сырного зерна составляет 200–300 г на 100 л смеси. Сыр формуется из пласта. Самопрессование продолжается 20–50 мин. Во время прессования давление постепенно повышают от 10 до 45 кПа (0,1–0,45 кгс/см^2). Оптимальная массовая доля влаги в сыре после прессования – от 44 до 46%. Общая продолжительность созревания – не менее 45 суток. Оптимальные физико-химические показатели зрелого сыра: массовая доля влаги – от 40 до 42%, активная кислотность – pH 5,25–5,35.

Литовский сыр имеет форму голландского брускового сыра. Вес головки – от 2,5 до 6,0 кг. Вкус и запах сыра – слабовыраженный сырный, кисловатый, допускается легкая горечь и слабый кормовой привкус. Консистенция – плотная или слегка ломкая на изгибе. Рисунок – неравномерный, состоит из глазков неправильной, угловатой или щелевидной формы, расположенных по всей массе сыра, допускается отсутствие рисунка.

При выработке литовского сыра допускается повышение температуры пастеризации молока до 78–82 °С с выдержкой 15–20 с для молока с высокой бактериальной обсемененностью, но имеющего кислотность не более 18 °Т. Нормализацию молока по жиру допускается производить пахтой до 20% от общего количества нормализованной смеси и свежими подсырными сливками. Литовский сыр вырабатывается как из обычной молочной смеси, так и после ее ультрафильтрационной обработки.

Процесс ультрафильтрации осуществляют при температуре 45–55 °С (допускается и при температуре 8–10 °С) до массовой доли сухих веществ в молочном концентрате 12,5–13,5%, в том числе белковых веществ – 4,5–5,5%. Кислотность молочного концентрата должна быть не более 23 °Т. В полученный молочный концентрат вносят от 0,2 до 0,5% мезофильной стрептококковой закваски и подвергают его созреванию при температуре 8–12 °С в течение 10–14 ч. С целью улучшения сычужной свертываемости концентрата рекомендуется перед созреванием внести в него 0,04% хлористого кальция в виде 40%-ного раствора. Созреванию в обязательном порядке подвергают не менее 50% перерабатываемого на сыр молочного концентрата. Также может быть использован сухой комплексный молочный концентрат, полученный с применением ультрафильтрации. В этом случае оптимальное содержание белка в смеси составляет 3,9–4,1%. Титруемая кислотность молочной смеси перед свертыванием – от 20 до 22 °Т, а молочного концентрата – не более 25 °Т. При необходимости в молоко перед свертыванием допускается вносить калий или натрий азотнокислый из расчета 10–30 г соли на 100 кг молока. Температура свертывания – от 30 до 32 °С, продолжительность до 40 мин.

Первоначально сгусток режут на кубики размером от 15 до 20 мм. Затем осторожно ведут постановку зерна. Преобладающий размер сырного зерна после постановки – от 8 до 10 мм. Во время постановки зерна удаляют 20–40% сыворотки от количества перерабатываемого молока. Для предупреждения развития излишне высокой кислотности сырной массы в тех случаях, когда кислотность сыворотки ко второму нагреванию повышается более чем на 1,5 °Т, в смесь перед нагреванием вносят от 10 до 15% пастеризованной воды (к количеству перерабатываемого молока). Второе нагревание смеси зерна с сывороткой проводят до температуры 35–37 °С в течение 10–12 мин. После второго нагревания зерно вымешивают в течение 15–25 мин. В конце обработки дополнительно удаляют от 20 до 30% сыворотки и производят частичную посолку из расчета 200–300 г поваренной соли на 100 кг молока. При выработке литовского сыра из молочного концентрата, полученного методом ультрафильтрации, дополнительно удаления сыворотки не производят. Литовский сыр формуют двумя способами: из пласта или насыпью. Используя первый способ, применяют режимы, принятые для голландского брускового сыра. При втором способе зерно освобождают на отделителе от сыворотки и насыпают в подготовленные формы, в которых оно уплотняется. Оптимальная влажность после прессования – от 54 до 56%. Сыр солят при температуре 8–12 °С в течение 2–3 суток. Во время созревания применяют способы ухода, принятые для сычужных сыров с низкой температурой второго нагревания. Продолжительность созревания – 45 дней.

Оптимальные физико-химические показатели зрелого литовского сыра: массовая доля влаги – от 49 до 51%; активная кислотность – pH 5,4–5,5.

Прибалтийский сыр имеет форму низкого цилиндра со слегка выпуклой боковой поверхностью и округленными гранями. Его диаметр – от 24 до 28 см, высота – от 8 до 11 см. Масса головки сыра – от 3,5 до 7,5 кг. Вкус и запах сыра – слабовыраженный сырный, кисловатый; допускается легкая горечь, слабокормовой привкус. Его консистенция – достаточно плотная и упругая; допускается легкая резинистость, неравномерный рисунок состоит из глазков неправильной или щелевидной формы, расположенных по всей массе сыра; допускается отсутствие рисунка. По технологии выработки он приближается к литовскому сыру.

Температуру свертывания молока устанавливают в пределах от 28 до 30 °С. Количество вносимого молокосвертывающего препарата должно обеспечивать свертывание молочной смеси за 30–40 мин. Сначала сгусток режут на кубики размером от 20 до 30 мм. Затем осторожно ведут постановку зерна. Преобладающий размер сырного зерна

после постановки – от 13 до 17 мм. При вымешивании зерна до второго нагревания нарастание кислотности сыворотки должно составлять от 0,5 до 1 °Т. Готовность зерна перед вторым нагреванием устанавливают по следующим признакам: зерно становится более плотным, упругим и округлым, но не грубым. Для предупреждения нарастания излишней высокой активной кислотности сырной массы при интенсивном молочнокислом процессе, когда pH сыра после прессования ниже 5,3, что обусловленно повышенной начальной влажностью сырной массы, во время обработки зерна перед вторым нагреванием в смесь зерна с сывороткой вносят 5–15% пастеризованной воды. Однако следует учесть, что избыток воды ухудшает консистенцию сыра.

Температуру второго нагревания устанавливают в пределах от 32 до 33 °С, продолжительность нагревания – от 8 до 10 мин. После второго нагревания зерно обрабатывают при непрерывном перемешивании в течение 10–12 мин. Кислотность сыворотки к концу обработки сырного зерна должна быть не более 16 °Т. Прибалтийский сыр формуют насыпью. Сырное зерно освобождают на отделителе от сыворотки, насыпают в подготовленные формы и слегка уплотняют в них. Допускается формование сыра из пласта. Отпрессованный сыр должен иметь хорошо замкнутую поверхность и активную кислотность в пределах pH 5,2–5,4. Оптимальная массовая доля влаги в сыре после прессования – от 58 до 60%. Сыр солят в течение 1,5–2,5 суток. Концентрация поваренной соли в рассоле должна составлять не менее 18%. Оптимальная влажность зрелого сыра – от 53 до 54%, а активная кислотность – pH 5,3–5,5.

К этой группе сыров также относятся сыры: радонежский, фаворит и сибиряк.

Прессуемые сыры с полной или частичной чеддеризацией сырной массы до формования. Технология производства этой группы сыров отличается высоким уровнем молочнокислого брожения. Достигается это внесением в молочную смесь активных по кислотообразованию штаммов молочнокислых бактерий и поддержанием оптимальной температуры для их развития. Химический состав сыров этой группы приведен в табл. 30.3.

Бактериальная закваска для российского сыра состоит из штаммов молочнокислых и ароматообразующих стрептококков в оптимальном их соотношении, а для сыра чеддер – из штаммов *S. cremoris* (90–95%), *S. lactis* (5–10%) и *L. plantarum* (0,15–0,3%). Сыр вырабатывают из пастеризованного молока с последующим внесением активизированной закваски.

30.3. Химический состав прессуемых сыров с чеддеризацией сырной массы до созревания

Сыр	Содержание, %		
	жира в сухом веществе сыра, не менее	влаги, не более	хлорида натрия
Чеддер	50	44	1,5–2,5
Российский	50	43	1,3–1,8

Технология производства сыра чеддер, в отличие от российского сыра, кроме высокого уровня молочнокислого процесса предусматривает использование созревания (чеддеризации) сырной массы в блоках до ее посолки и формования, которую производят путем поддержания высоких температур сырной массы (30–35 °С), а также производственных помещений (28–30 °С) во время чеддеризации сырной массы, формования и прессования сыра. В процессе чеддеризации создаются оптимальные условия для интенсивного развития молочнокислого процесса.

Интенсивное сбраживание молочного сахара способствует накоплению значительного количества молочной кислоты, играющей важную роль в создании специфических органолептических свойств сыра чеддер. Вместе с тем в результате быстрого образования молочной кислоты ограничивается развитие микробиологических процессов в сыре и задерживается рост посторонней микрофлоры. Под действием молочной кислоты происходит деминерализация параказеинового комплекса. В результате чеддеризации консистенция готовой сырной массы становится слоисто-волокнистой, а при нагревании ее в воде температурой 95–98 °С она приобретает способность вытягиваться в длинные тонкие нити.

Чеддер вырабатывают исключительно из коровьего пастеризованного молока, достаточно зрелого, кислотностью 21–22 °Т. Он имеет форму прямоугольного бруска. Длина бруска – от 27 до 29 см, ширина – от 11 до 13 см, высота сыра – от 8 до 10 см, масса – от 2,5 до 4 кг. Вкус и запах – умеренно выраженные сырные, кисловатые, допускается легкая пряность. Тесто – пластичное, однородное во всей массе, слегка несвязное и ломкое. На разрезе сыра рисунок отсутствует или допускается незначительное число мелких щелей, пустот. Сыр не имеет корки. Реализуется упакованным под вакуумом в термоусадочную пленку. Специфический вкус и консистенция готового сыра объясняются накоплением молочной кислоты перед формованием. Под действием последней в сырной массе накапливается монокальцийпараказеинат, а избыток молочной кислоты соединяется с кальцием и образует молочнокислый кальций. Благодаря такому процессу сырная масса становится мягкой, тягучей, расслаивается на тонкие листообразные слои. Приплюснутая форма глазков – косвенный показатель окончания чеддеризации. В том

случае, если в состав закваски входят мезофильные молочнокислые стрептококки (*S. cremoris*, *S. lactis*) и мезофильные молочнокислые палочки вида *L. plantarum*, ее вносят в количестве от 1,0 до 2,5%. При использовании моновидовых заквасок количество мезофильных молочнокислых стрептококков вида *S. cremoris* составляет 1,5%, молочнокислых палочек (*L. casei*, *L. bulgaricus* или *L. plantarum*) – от 0,2 до 0,6% одной какой-либо культуры. Молочная смесь перед свертыванием должна иметь титруемую кислотность не более 21 °Т.

Температуру свертывания молока устанавливают в пределах от 30 до 33 °С. Свертывание осуществляют раствором молокосвертывающего препарата, приготовленным по общепринятой методике. Количество вносимого препарата должно обеспечивать свертывание молочной смеси за 25–35 мин. Готовый сгусток должен быть нормальной плотности и давать на расколе достаточно острые края с выделением прозрачной сыворотки. Разрезку сгустка и постановку зерна проводят в течение 10–20 мин. Основная часть сырного зерна после постановки должна иметь размер 6–8 мм. При нормальном развитии молочнокислого процесса кислотность сыворотки перед вторым нагреванием составляет от 15 до 17 °Т. Температуру второго нагревания устанавливают в пределах от 38 до 40 °С, продолжительность нагревания – от 30 до 40 мин. Если скорость нагревания регулировать трудно и температура повышается быстрее, чем это требуется, то его ведут ступенчато, в три приема по 10–14 мин каждый: вначале – от 30 до 33 °С, затем – от 36 до 40 °С. Кислотность сыворотки к концу нагревания должна быть в пределах от 16 до 18 °Т. По окончанию второго нагревания сырное зерно продолжают вымешивать до готовности. Окончание обработки зерна определяют по его упругости и клейкости. Сыворотка в конце обработки должна иметь кислотность в пределах от 18 до 19 °Т.

По окончании обработки сырного зерна, его вместе с оставшейся сывороткой самотеком или насосом подают в формовочный аппарат. Там образованный пласт толщиной от 25 до 30 см выдерживают под слоем сыворотки в течение 20–30 мин, до достижения кислотности сыворотки 25–27 °Т. Затем сыворотку удаляют, а сырный пласт разрезают на бруски размером 250×243 мм, которые направляют на чеддеризацию. Чеддеризацию проводят 1–2 ч в специальных тележках, пока кислотность выделившейся сыворотки не достигает 60–70 °Т, а pH 5,2–5,4. Содержание влаги к концу процесса снижается до 42–43%. После чеддеризации сырную массу режут (измельчают) на кусочки размером в сечении от 1,5 до 2,0 см и длиной от 3 до 4 см. Измельченную сырную массу солят. Соль вносят из расчета 200–250 г на 100 кг перерабатываемого молока. Количество соли должно составлять от 2,0 до 2,5% к количеству чеддеризованной

сырной массы. Соль равномерно распределяют в сырной массе. Для обеспечения равномерной посолки внесение соли должно быть строго увязано с подачей сырной массы в устройство для дробления. Сыр чеддер формуют на прямоугольные блоки массой 18–20 кг. Для формования используют специальное оборудование и перфорированные формы. Перед прессованием сырную массу выдерживают в формах в течение 20–30 мин для самопрессования и равномерного просаливания, затем маркируют и помещают под пресс. Прессуют сыр в течение 12–14 ч при давлении от 75 до 85 кПа (от 0,75 до 0,85 кгс/см^2) без перепрессовок. Оптимальное значение массовой доли влаги в сыре после прессования составляет от 39 до 42%, активная кислотность – pH 5,2–5,4.

Перед созреванием сыр упаковывают в пакеты из полимерной пленки под вакуумом с термообработкой. Созревание сыра в течение первых 1–1,5 месяцев проводят при температуре от 10 до 13 °С, далее до конца созревания – при температуре от 6 до 8 °С. Общая продолжительность созревания сыра чеддер составляет 3 месяца.

Перед реализацией блоки сыра освобождают от пленки, при необходимости обрабатывают их поверхность (моют, обсушивают) и разрезают на 6 брусков размером от (27–29)×11 до (13×8)–10 см. Полученные бруски сыра упаковывают в пакеты из полимерной пленки под вакуумом.

Оптимальные физико-химические показатели зрелого сыра: массовая доля влаги – от 37 до 39%, активная кислотность – pH 5,0–5,2.

Российский сыр имеет выраженный сырный слегка кисловатый вкус и запах; нежную, пластичную консистенцию; рисунок, состоящий из глазков неправильной угловатой щелевидной формы. Поверхность сыра – ровная, без подкоркового слоя. Он имеет форму цилиндра или прямоугольного бруска. Высота цилиндра – от 10 до 16 см, диаметр – от 21 до 28 см, масса – от 4,7 до 11,0 кг. Брусок имеет длину 32–34 см, ширину 15–17 см, высоту 10–12 см и массу 5,0–7,5 кг.

Молоко нормализуют, пастеризуют при температуре 76 °С с выдержкой 15–20 с и охлаждают до температуры свертывания. В пастеризованное молоко вносят 0,5–1,5% закваски, состоящей из кислото- и ароматообразующих стрептококков. Молочная смесь перед переработкой на сыр должна иметь титруемую кислотность 20–21 °Т. При недостаточной скорости молочнокислого процесса дополнительно вносят закваску мезофильных молочнокислых палочек вида *L. plantarum* в количестве до 0,2%. При выработке сыра из молочного концентрата процесс ультрафильтрации ведут до массовой доли сухих веществ в концентрате 14–16%, в том числе белка 4,5–5,0%, жира 4,5–5,0%, что соответствует фактору концентрации от 1,5 до 1,6. Кислотность молочного концентрата перед переработкой на сыр должна быть не более 23 °Т. Сгусток для

российского сыра должен быть плотным. Разрезку сгустка и постановку зерна проводят в течение 10–20 мин. Основная часть сырного зерна после постановки должна иметь размер 6–8 мм. В процессе постановки зерна отливают 20–40% сыворотки от объема перерабатываемого молока. При производстве сыра из молочного концентрата отлив сыворотки не производят.

После постановки зерно вымешивают в течение 30–40 мин до достижения определенной степени упругости. При нормальном протекании молочнокислого процесса нарастание кислотности сыворотки с момента разрезки сгустка до второго нагревания составляет от 1 до 2 °Т. Температуру второго нагревания устанавливают в пределах от 41 до 43 °С, продолжительность нагревания 20–40 мин в зависимости от активности молочнокислого процесса. Продолжительность вымешивания зерна после второго нагревания зависит от свойств молока, способности зерна к обезвоживанию и нарастания кислотности сыворотки. При нормальном протекании молочнокислого процесса кислотность сыворотки за весь процесс обработки зерна должна увеличиться на 2–4 °Т. При производстве сыра из молочного концентрата нормальным считается нарастание кислотности сыворотки в пределах от 1,5 до 3,5 °Т. При слишком интенсивном развитии молочнокислого процесса рекомендуется в начале второго нагревания вносить от 5 до 10% пастеризованной воды с учетом содержания воды в рассоле, вносимом при посолке в зерне. Преобладающий размер готового к формованию зерна – от 5 до 7 мм. При нормальном течении молочнокислого процесса продолжительность обработки зерна после второго нагревания составляет от 30 до 50 мин. Общая продолжительность обработки зерна с момента разрезки сгустка – от 120 до 160 мин. Общий объем удаленной сыворотки – от 55 до 65%. Вносят раствор поваренной соли из расчета 300–700 г соли на 100 кг перерабатываемого молока. Зерно вымешивают для просаливания в течение 20–25 мин и начинают формование сыра.

Российский сыр формуют насыпью. Длительность процесса формования – от 10 до 20 мин. Наполненные сырной массой формы оставляют в течение 1–5 ч без нагрузки для самопрессования. При необходимости за это время производят одно или два переворачивания. Перед прессованием сыр маркируют. Прессуют сыр от 4 до 12 ч летом и от 6 до 18 ч в другие времена года при следующем давлении: первые 1,5–2 ч прессования давление составляет от 10 до 15 кПа (от 0,1 до 0,15 кгс/см^2), затем делают перепрессовку, давление повышают до 30–40 кПа и выдерживают сыр при этом давлении до конца прессования. При необходимости еще через 1,5–2,5 ч делают вторую перепрессовку. При использовании туннельных прессов давление более 25 кПа (0,25 кгс/см^2) подни-

мать не рекомендуется. Длительность процесса самопрессования и прессования российского сыра определяется прежде всего достижением активной кислотности в сыре после прессования в пределах от 5,2 до 5,3 pH. Кроме того, отпрессованный сыр должен иметь хорошо замкнутую поверхность. Оптимальная массовая доля влаги в сыре после прессования – от 43 до 45%.

Сыр солят в рассоле, имеющем температуру 8–12 °С, в течение 2–3 суток. После обсушки сыр помещают на 10–14 сут в камеру с температурой 10–12 °С и относительной влажностью воздуха от 75 до 85%, затем на 16–20 сут в камеру с температурой 13–15 °С и относительной влажностью воздуха от 80 до 85%. Оставшееся до окончания срока созревания время сыр выдерживают при температуре 10–12 °С. При отсутствии условий для ступенчатого созревания этот процесс можно осуществлять при температуре 10–14 °С и относительной влажности воздуха от 75 до 85%.

Во время созревания, в целях предупреждения деформации головки, сыры необходимо переворачивать в течение первых трех недель каждую неделю, а в последующий период – через каждые 10–14 суток. Общая продолжительность созревания российского сыра составляет 60 суток.

Оптимальные физико-химические показатели зрелого сыра: массовая доля влаги – от 40 до 42%, активная кислотность – pH 5,25–5,35.

К этой группе сыров также относится сыр витязь.

Самопрессующиеся сыры с копчением сырной массы. *Кабардинский сыр* вырабатывают из пастеризованного молока. Продукт должен содержать жира не менее 45% в сухом веществе, влаги – не более 40% и соли – 3–5%.

Сыр имеет чистый, несколько острый вкус со специфическим привкусом и запахом копчения, консистенция однородная, допускается легкая крошливость. Рисунок состоит из глазков неправильной формы. Сыр формуется в виде низкого цилиндра с закругленной боковой поверхностью, диаметром 18–20 см, высотой 6–8 см и массой 1,5–2 кг. В пастеризованную и нормализованную смесь добавляют бактериальную закваску в количестве до 0,5%.

Готовый сгусток разрезают ножами на кубики размером 8–9 мм. Величина готового сырного зерна к концу постановки должна быть 6–8 мм. Температура второго нагревания устанавливается на 4–6 °С выше температуры свертывания. Продолжительность нагревания – 5–10 мин при непрерывном вымешивании. Продолжительность обработки сгустка с момента начала его резки до готовности зерна – 35–40 мин.

Готовое зерно выкладывают, предварительно удалив сыворотку, сетчатыми ковшами в слегка конические плетеные корзины, выстланные салфетками из редкого полотна или серпянки. После наполнения форм сыр оставляют для самопрессования на 6–8 ч, периодически переворачивая его. Температура помещения, где происходит самопрессование сыра, должна быть 15–20 °С.

После посолки сыру дают обсохнуть в течение суток и помещают в коптильную камеру, в которой поддерживается температура 15–20 °С, продолжительность копчения – 4–6 дней. Для копчения сыр укладывают на решетку и перевертывают его во время копчения 4–6 раз для сохранения формы. Лучшим материалом для копчения сыра являются опилки из древесины лиственных пород, не содержащих смолистых веществ.

После копчения сыр вносят на одни сутки в помещение с температурой 15–18 °С для постепенного охлаждения, затем его моют теплой водой обсушивают одни сутки и помещают в камеру для созревания при температуре 14 °С. Сыр реализуют в возрасте не менее 25 дней со дня его выработки. К этой группе сыров относится сыры адыгейский и молдавский копченые.

Бескорковые сыры. *Армянский сыр* получают из коровьего пастеризованного молока. Массовая доля жира не менее 50% в сухом веществе сыра, воды – не более 46 и соли – 3,5–4%. Форма сыра – брусок с квадратным основанием. Длина бруска – 18–20 см, ширина – 18–20 см, высота – 13–17 см, масса – 5–6 кг. Вкус и запах сыра – острые, соленые, кисловатые, без посторонних привкусов и запахов. Тесто слегка плотное, ломкое. Рисунок состоит из глазков круглой, овальной и угловатой формы. Сыр не имеет корки.

Используют специально подобранную закваску из штаммов молочнокислых бактерий в количестве 0,5–1,2%. Выбор штаммов должен обеспечивать получение аминокислотного состава, характерного для этого вида сыра. Закваску предварительно активизируют в пастеризованном молоке в соотношении 1:2 при 24–26 или 30–35 °С в течение 60 мин.

Молочнокислые стрептококки и палочки культивируют раздельно и смешивают после активизации в соотношении 3:1. Кислотность закваски до активизации – 80–100 °Т, после нее – 40–48 °Т.

Второе нагревание проводят при 35–37 °С в течение 3–5 мин. После второго нагревания сырную массу вымешивают в течение 10–15 мин до получения зерна нормальной упругости и слипаемости, характерных для зерна кавказской группы рассольных сыров. Готовое зерно должно иметь влажность 53–55%, кислотность – 30–40 °Т, кислотность сыворотки при этом составляет 13–15 °Т. Продолжительность всей обработки, начиная с резки сгустка, 35–50 мин. Размер зерна к концу обработ-

ки – 6–8 мм. По мере готовности зерна сырную массу с сывороткой из ванны выпускают в перфорированные формы, установленные в формовочной тележке. Сырная масса в формах выстаивается 10 мин, затем формы переносят на вибратор, при этом на сыр помещают крышку из нержавеющей стали массой 3 кг или сыр в процессе вибрации один раз переворачивают. Режим работы вибратора – 390 колебаний несущей площади в 1 мин при амплитуде 3–5 мм в течение 2 ч, с перерывами (5 мин вибрации, 15 мин перерыв).

Перед погружением сыра в рассол его влажность составляет 48–49%, титруемая кислотность – 110–120 °Т, pH 5,0–5,2.

При отсутствии перфорированных форм и вибратора армянский сыр можно формовать по обычной для кавказской группы рассольных сыров технологии. Армянский сыр созревает в две стадии: в рассоле и упакованным в полимерную пленку.

После вибрации (самопрессования) сыр погружают в 15–17% рассол температурой 12–14 °С на 18–20 дней. На 18–20-й день сыр вынимают из рассола и определяют в нем массовую долю влаги и соли. Если эти показатели не превышают соответственно 46 и 4%, то сыр укладывают на стеллажи, установленные над солильными басейнами или в сухом вентилируемом помещении, на 10–12 ч для обсушки.

Обсушенный, взвешенный и обработанный сыр упаковывают в пленку (саран, повиден и др.) под вакуумом. Упакованный сыр переносят в камеру для созревания с температурой 8–10 °С и относительной влажностью воздуха 80–85%. Затем сыр помещают в ящики из гофрированного картона, по 4 бруска в каждый. Ящики укладывают в штабель, по 4–5, и оставляют в камере до конца созревания или отгружают на межрайонные базы для дозревания. Общая продолжительность созревания армянского сыра составляет 60 сут.

Микробиологические процессы, протекающие в армянском сыре, аналогичны процессам, идущим в мелких сырах с низкотемпературной обработкой сырной массы.

Ведущая роль в процессе созревания армянского сыра принадлежит молочнокислым стрептококкам, однако немаловажное значение имеют и молочнокислые палочки, так как их протеолитическая активность в несколько раз выше, чем у молочнокислых стрептококков.

Установлено, что для армянского сыра характерно высокое содержание таких аминокислот как лейцина, изолейцина и фенилаланина при минимальном содержании глутаминовой кислоты и треонина. Армянский сыр высшего сорта содержит примерно 800–1000 мг/100 г свободных аминокислот в сухом обезжиренном веществе.

Сыр лори вырабатывают с массовой долей жира в сухом веществе не менее 50%, влаги – не более 44%, соли – 3,5–4,5%. Сыр имеет форму прямоугольного бруска со слегка выпуклыми боковыми поверхностями и округленными гранями. Длина бруска – 28–30 см, ширина – 14–15 см, высота – 10–12 см, масса – 4–6 кг.

Вкус и запах сыра в меру острые, умеренно соленые, без посторонних привкусов и запахов, допускается слегка кисловатый привкус. Тесто плотное, слегка ломкое. Рисунок состоит из глазков круглой, овальной или угловатой формы. Сыр не имеет корки.

Сыр лори вырабатывают из пастеризованного молока. Температура свертывания – 33–34 °С. Величина сырного зерна должна быть 8–10 мм. После постановки зерна удаляют 30% сыворотки и вторично нагревают сырную массу до 37–38 °С. Кислотность сыворотки к концу обработки и обсушки зерна должна достигать 15–16 °Т. Отпрессованный пласт разрезают на равные прямоугольные куски и укладывают в предварительно устланные серпяночными салфетками формы. Сыр в форме самопрессуется в течение 5–6 ч при неоднократном переворачивании, затем его солят в 16–18%-м рассоле температурой 12–14 °С в течение 14–15 дней.

Допускается также частичная посолка сыра в зерне из расчета 0,5–0,6 кг соли на 100 кг молока. В этом случае продолжительность посолки сыра в рассоле сокращается до 8–10 сут. Затем сыр обсушивают на стеллажах 1–2 сут в сухом помещении.

Упакованный в пленку сыр укладывают в картонные ящики, по 3 бруска в каждый, затем помещают в камеру с температурой 8–10 °С и относительной влажностью не выше 80%, где оставляют до конца созревания. Срок созревания 2 месяца.

Самопрессующиеся сыры, созревающие в рассольной среде, часто называют рассольными сырами. К ним относятся: чанах, кобийский, осетинский, грузинский, имеретинский, брынза, молдавский, столовый, ставропольский, лиманский, ехегнадзорский и др.

Основными факторами, определяющими видовые особенности рассольных сыров, являются следующие.

Рассольные сыры вырабатывают как из одного коровьего, овечьего или буйволиного молока, так и из смеси коровьего молока с буйволиным, овечьим и козьим молоком в соотношении 1:1, 2:1 или 3:1. Смесь молока, составленная из коровьего, буйволиного и овечьего, имеет повышенную (22–25 °Т) кислотность, поэтому такую смесь пастеризуют непосредственно в аппаратах выработки сырного зерна, нагревая молоко до температуры 65 °С с выдержкой 30 мин или до 67–68 °С с выдержкой 10 мин. При пастеризации смеси коровьего и овечьего молока повышенной кислотности при температурах выше 68 °С возможны случаи

свертывания молока. При переработке на рассольные сыры коровьего, буйволиного молока нормальной кислотности его пастеризуют в пластинчатых тонкослойных аппаратах при температуре 75–76 °С с выдержкой 20–25 с.

Нормализацию по жиру проводят в соответствии с инструкцией по нормализации жирности смеси молока при производстве сыров с учетом содержания в ней белка. В смесь вносят хлористый кальций в виде водного раствора из расчета 10–40 г безводной соли на 100 кг и бактериальную закваску (0,5–2%).

При выработке рассольных сыров применяют бактериальную закваску двух видов: закваску для сыров с низкой температурой второго нагревания с включением в состав мезофильных молочнокислых палочек и препарат бактериальный сухой для рассольных сыров.

Сыр чанах вырабатывается с содержанием 50% жира в сухом веществе, сыры кобийский, лиманский, осетинский, грузинский, имеретинский, ставропольский и ехегнадзорский – 45%, а сыры брынза, молдавский и столовый – с 40% жира в сухом веществе продукта. Характерная особенность рассольных сыров – это повышенное содержание поваренной соли (4–7%), а также влаги в сырах после самопрессования и прессования (49–56%) и в зрелом продукте (47–53%), что увеличивает выход продукта из единицы сырья.

Сыр чанах. Форма сыра – два усеченных конуса, соединенных вместе широкими основаниями. Диаметр сыра – 22–24 см в широкой части и 15–16 см в узкой части, масса – 4–7 кг.

Вкус и запах сыра – остросоленые, сырные, кисловатые, без посторонних запахов. Допускается слабый кормовой привкус с незначительной горечью. Консистенция плотная, слегка ломкая. Рисунок состоит из глазков круглой, овальной или угловатой формы (рис. 30.5).

Сыр вырабатывается по технологии армянского сыра до посолки и созревания. После самопрессования сыр помещают в рассол концентрацией 18–20% на 2–3 недели, а затем переносят в другой бассейн, заливая рассолом пониженной концентрации – 13–15%, температура рассола должна быть в пределах 8–12 °С, срок созревания 2 мес. Если сыр находится в рассоле свыше 2 мес, его качество снижается, так как сыр сильно просаливается и почти 50% растворимых веществ переходит в сыворотку. Принимая во внимание большее содержание соли, чем в других (не рассольных) сырах, в зрелом сыре массовая доля жира должна быть не менее 47%.

По сходной технологии вырабатывают кобийский, осетинский и грузинский сыры, но срок их созревания короче – 1 мес.

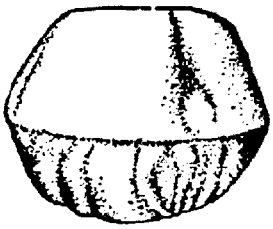


Рис. 30.5. Сыр чанах

Относительной особенностью производства грузинского сыра является его созревание и хранение в кислосывороточном рассоле.

Отличие сыра чанах от грузинского заключается еще в применении разных бактериальных заквасок, составленных из штаммов, накапливающих свободные аминокислоты, характерные для каждого сыра в отдельности.

Технология *осетинского сыра* отличается от технологии грузинского сыра тем, что второе нагревание проводят при более высокой температуре 38–39 °С, чем объясняется большая сухость этого сыра. Осетинский сыр можно формовать в плетеные корзины.

Брынза производится из коровьего, овечьего, буйволиного или козьего молока, а также из их смеси. Смесь коровьего молока с овечьим, буйволиным или козьим молоком может быть составлена в соотношении 1:1, 2:1 или 3:1.

Брынза имеет форму квадратного бруска с длиной и шириной 10–11 см, высотой 7–9 см и массой 1–1,5 кг. Брусок может быть разрезан по диагонали пополам.

Вкус и запах брынзы – чистый кисломолочный, в меру соленый. Ей присуща нежная, умеренно плотная, слегка ломкая, но не крошливая консистенция. Рисунок отсутсвует. Допускается наличие небольшого количества глазков и пустот неправильной формы. Сыр не имеет корки. Поверхность чистая, ровная со следами дренажного материала.

Кислотность коровьего молока перед свертыванием должна быть не выше 21 °Т, а смеси с овечьим, козьим и буйволиным молоком – от 21 до 25 °Т. В пастеризованное молоко вносят бактериальную закваску в количестве 0,8–1,2%. Температура свертывания – от 28 до 33 °С, продолжительность – от 40 до 70 мин.

Готовый сгусток режут на кубики с размером сторон 15–20 мм и после постановки осторожно производят вымешивание. В зависимости от состояния сгустка вымешивание зерна длится 15–20 минут. При быстром обезвоживании зерна и нарастании кислотности сыворотки продолжительность вымешивания необходимо сократить. Кислотность сыворотки при этом должна быть на 6–7 °Т ниже кислотности молока

при его свертывании. Температура второго нагревания 33 °С. Размер готового зерна 10–15 мм.

Брынзу формуют насыпью в групповых формах. Самопрессование продолжается 4–5 ч при температуре 18–20 °С. Рекомендуется сырную массу подпрессовывать при давлении 5–10 кПа в течение 1,5–2,0 ч. Влажность сыра после самопрессования – 57–61%, pH 5,3–5,4. В конце прессования чеддеризация должна быть завершена, что определяется кислотностью сыворотки 64–70 °Т и сырной массы 140–160 °Т. После прессования брынзу охлаждают до возможно низкой температуры, поливая холодной водой температурой 8–10 °С. Охлаждать бруски можно на формовочном столе или в ванне с холодной водной с температурой в вышеуказанных пределах в течение 1–2 ч.

После охлаждения бруски брынзы помещают в бассейн с рассолом концентрацией 18–22%, при температуре 10–12 °С. Допускается укладка брынзы в два ряда, не больше. Поверхность кусков верхнего ряда брынзы нужно посыпать солью. Через 5–7 сут сыр переносят в кислосывороточный рассол, температурой 8–12 °С, где его выдерживают 13–15 сут до упаковывания. Концентрация сывороточного рассола в период посолки должна быть 14 –18%, а во время хранения 12–13%. В случае использования кислосывороточного рассола брынза получается более мягкой и кисловатой.

После посолки брынзу укладывают в деревянные бочки. Бруски брынзы укладываются по возможности плотно, пустоты по окружности бочки закладываются половинками брусков, получаемых разрезанием по диагонали. Затем бочки плотно закрывают верхним днищем и через отверстие в нем заливают рассолом. Зрелая брынза в бочках при необходимости хранится в камерах с температурой воздуха 6–8 °С.

Влажность зрелого сыра – не более 53%, активная кислотность – pH 5,20–5,35. Срок созревания при выработке брынзы из пастеризованного молока – 20 суток, из сырого – 60 суток.

Самопрессующиеся сыры, потребляемые в свежем виде. К ним относятся останкинский, черкасский, столовый, геленджикский. Сычужные сыры, потребляемые в свежем виде, вырабатывают с применением протеолитически активных штаммов молочнокислых бактерий и сильных кислотообразователей в закваскаx. Некоторые из них подвергаются усиленному молочнокислому брожению (чеддеризации) до формования.

Сыры этой группы вырабатывают по технологии рассольных сыров, исключая созревание. В них содержится 1–3% поваренной соли. Влажность колеблется в пределах 53–62%. Вкус сыров – чистый, кисломолочный; консистенция – связная, однородная.

Микробиологические процессы при созревании сыров с низкотемпературной обработкой сырной массы

При созревании сыров этой группы основная роль принадлежит мезофильной микрофлоре, развивающейся внутри сыра. Поверхностная микрофлора (плесень, слизь и др.) может изменить характер созревания, поэтому при ее появлении сыры периодически моют, проводят тепловую обработку, смазывают поверхность ингибиторами, помещают в полимерный мешок, выкачав из него воздух и заполнив углекислым газом.

В первые дни созревания общее количество молочнокислых стрептококков достигает 1–2,5 млрд. в 1 г. Так, в голландском сыре из пастеризованного и сырого молока в первые 10 дней количество микроорганизмов колеблется от 2 до 4 млрд., в том числе наибольшую часть составляют стрептококки (2–2,5 млрд.), а палочки на 10–30-й день – от 60 до 200 млн., и только в 1,5–2-месячном возрасте их количество увеличивается до 300–400 млн.

При внесении закваски в количестве 0,4–0,6% в сырной массе накапливается 800–850 млн. бактерий в 1 г (первый максимум). Посолка в зерне тормозит развитие бактерий, количество которых вновь снижается в 2–1,8 раза. После самопрессования в сыре их насчитывается до 750 млн. в 1 г, а после прессования и обсушки в двухсуточном продукте – от 2,5 до 3,6 млрд. в 1 г (второй максимум).

В сырах типа чеддер в первый день после прессования объем микрофлоры максимальный. Количество микроорганизмов достигает 2–4 млрд., большинство из них стрептококки. Затем общее количество бактерий снижается до конца созревания. Сыры, при обработке которых проведена чеддеризация, могут быть реализованы как в свежем, так и в выдержанном виде. Так, в Австралии чеддер поступает в продажу через 7 мес., а в США реализуют как свежие, так и зрелые сыры.

Главная роль в созревании российского сыра принадлежит молочнокислым и ароматообразующим стрептококкам. Максимальное общее количество бактерий достигается в сыре 5-суточного возраста, в дальнейшем идет постепенное уменьшение их числа до конца созревания. Наряду с молочнокислыми стрептококками в созревании российского сыра принимают участие молочнокислые палочки типа *L. casei*, *L. plantarum*, которые проявляют свою активность в основном во втором периоде созревания, то есть в 1–1,5-месячном возрасте. Их развитие ведет к более глубокому расщеплению белков сырной массы с образованием специфического для российского сыра приятного, слегка кисловатого сырного вкуса с легким пряным привкусом, а также вкусом и ароматом диацетила.

Развитие микрофлоры в рассольных сырах характеризуется постепенным ростом общего количества бактерий до определенного максимального значения и последующим уменьшением его в дальнейшем. В традиционных рассольных сырах наибольшее количество микрофлоры наблюдается после самопрессования или прессования и достигает 2 млрд. клеток в 1 г сыра. Такой объем микрофлоры сохраняется в течение 5–7 дней созревания сыра в рассоле. В первые 5–10 дней молочный сахар и лимонная кислота сбраживаются, значительно накапливаются белковые продукты распада. В дальнейшем, по мере того как поваренная соль все больше диффундирует в сырную массу, микробиологические и биохимические процессы в сырах замедляются. К концу пребывания сыра в рассоле количество бактерий в нем снижается до нескольких сотен миллионов в 1 г.

В свежих рассольных сырах развитие микрофлоры претерпевает такие же изменения, как и в традиционных. Однако из-за повышенного содержания влаги микробиологические и биохимические процессы протекают в них более интенсивно. Максимум в развитии микрофлоры свежих рассольных сыров приходится на 3–5-й день созревания и достигает 2–4 млрд. клеток в 1 г. В дальнейшем наблюдается постепенное уменьшение количества микрофлоры.

Для сыров с чеддеризацией и плавлением сырной массы характерно активное протекание молочнокислого брожения в процессе выработки сырного зерна.

При содержании в смеси перед свертыванием молока 50–100 млн. бактерий в 1 мл, к началу чеддеризации объем микрофлоры увеличивается в 4–5 раз и составляет 200–400 млн. в 1 г, а к концу чеддеризации достигает 1,2–2,8 млрд. бактерий в 1 г сыра.

Полутвердые самопрессующиеся сыры

К полутвердым сычужным сырам с низкой температурой второго нагревания, созревающим при участии молочнокислых бактерий и микрофлоры сырной слизи, относят сыры латвийский, пикантный, пятигорский и каунасский.

Латвийский сыр вырабатывается с содержанием 45%, пикантный – 55%, пятигорский – 50%, каунасский – 30% жира в сухом веществе продукта. Все сыры вырабатываются из пастеризованного молока. Подготовленное молоко температурой 30–34 °С свертывается сычужным ферментом в течение 30–40 мин, причем более низкую температуру и длительное свертывание применяют при выработке каунасского низкожирного сыра.

Готовый сгусток режут, дробят, обсушивают, удаляют из аппарата выработки сырного зерна сыворотку (до 60%) и проводят второе нагревание зерна до температуры 36–40 °С (для жирных сыров) и 30–34 °С (для низкожирных сыров) в зависимости от кислотности молока и активности бактериальных заквасок.

При выработке этих сыров проводится частичная посолка в зерне, а сырная масса формуется способом налива или насыпью с применением индивидуальных или групповых форм (для пикантного и пятигорского – массой 1–1,6 кг).

При выработке латвийского, пятигорского и каунасского сыра используют бактериальные закваски мезофильных молочнокислых стрептококков, при производстве пикантного – бактериальную закваску для масла, пятигорского – бактериальную стрептококковую закваску с добавлением штаммов культуры *L. helveticum*. В созревании сыров этой группы участвует микрофлора сырной слизи, состоящая из плесеней *Oidium lactis*, дрожжей и *B. linens*, которые культивируются на поверхности сыров.

Повышенное содержание влаги в сырах и сохранение ее во время созревания вследствие высокой относительной влажности воздуха в камерах созревания способствует интенсивному протеканию микробиологических процессов. Количество бактерий в сырной массе в первые дни созревания составляет 1–10 млрд. клеток в 1 г сыра. Основную массу микрофлоры составляют молочнокислые бактерии. Невысокая температура обработки сырного зерна способствует интенсивному развитию молочнокислых стрептококков, вследствие чего они в это время являются преобладающей частью микрофлоры. В дальнейшем после разложения молочного сахара общее количество молочнокислых стрептококков уменьшается.

На поверхности сыра в первые дни созревания вследствие кислой среды и высокой относительной влажности воздуха бурно развиваются плесени вида *Oidium lactis* и дрожжи родов *Torulopsis* и *Mycoderma*. Количество дрожжей на 1 $см^2$ поверхности сыра в начале созревания исчисляется десятками миллионов, а в конце созревания – миллионами и сотнями тысяч. Наибольшее количество плесеней бывает в начале созревания. В процессе жизнедеятельности плесеней интенсивно разлагается молочная кислота, понижается активная кислотность поверхностных слоев сыра. По мере снижения активной кислотности с нарастающим темпом начинают развиваться микрококки и протеолитические бактерии сырной слизи. Этому процессу также способствует накопление витаминов и ростовых веществ, образующихся в результате отмирания и автолиза дрожжей. В состав микрофлоры слизи кроме дрожжей и

плесеней входят *B. linens*, *B. bruneum*, *B. limburgensis*, *Micrococcus varians*, *Micrococcus freudenreichii*, *Micrococcus caseolyticus*, *Micrococcus limburgensis*, а также молочнокислые бактерии.

Протеазная активность микрофлоры слизи возрастает по мере созревания. Протеазы *B. linens* расщепляют параказеин до полипептидов и аминокислот. Наряду с этим интенсивно выделяется аммиак вследствие дезаминирования азотистых веществ. Наибольшее количество протеолитических бактерий слизи (сотни миллиардов на 1 $см^2$ поверхности сыра) бывает в сыре трехнедельного возраста. В последующем протеолитические бактерии начинают отмирать.

Во время созревания регулируют развитие слизи на поверхности сыра, которая появляется через 6–8 сут после посолки. До этого сыры протирают влажной салфеткой и переворачивают через каждые 2–3 дня. Затем слизь растирают каждые 3–5 дней с одновременным переворачиванием головок сыра. Нельзя допускать чрезмерно обильного развития слизи, которая ведет к размягчению корки и порче сыра, а также подсыхания его поверхности. В последнем случае может развиться плесень, увеличатся потери от усушки сыра.

Сыры, достигшие кондиционного возраста, перед упаковкой в пергамент, пленку или перед покрытием их парафинополимерными сплавами слегка обсушивают (латвийский сыр) или сначала обмывают (пикантный, пятигорский, каунасский), а затем обсушивают.

В результате формования наливным способом или насыпью образуются глазки неправильной, угловатой и щелевидной формы. При правильном ведении технологического процесса выраженных пороков рисунка практически не наблюдается. Если при формовании применяют отделитель сыворотки, то это не влияет на качество продукта и его физико-химические показатели и вполне возможно в производственных условиях, так как позволяет в значительной степени повысить уровень механизации этого процесса.

Рисунок, состоящий из глазков неправильной формы, в значительной степени препятствует образованию пороков, появляющихся в связи с интенсивным газообразованием во время созревания сыров. В пустотах сырной массы, образовавшихся во время формования, скапливается часть избыточного газа, который удерживается в них вследствие противонаправленного давления сырного теста.

При развитой системе полостей сырная масса обладает значительной аккумуляционной способностью в отношении газа, не допускающей образования пустот, намного превышающих размеры нормальных глазков. При дальнейшем созревании газы, испытывающие внутри сыра некоторое давление, диффундируют наружу.

Консистенция всех сыров этой группы, созревающих со слизью на поверхности, характеризуется меньшей твердостью и упругостью и большей пластичностью, чем у твердых сычужных сыров с низкой температурой второго нагревания аналогичной жирности.

Химический состав сыров представлен в табл. 30.4.

Сыр латвийский вырабатывают из пастеризованного молока по классической технологии сыров, созревающих при участии микрофлоры сырной слизи. Принятые параметры обработки сгустка и зерна, температурно-влажностный режим созревания обеспечивают высокую влажность сыра после самопрессования 46–47% и зрелого сыра 42–43%. Форма сыра – брусок с квадратным основанием длиной и шириной 14–15 см, высотой 7–9 см. Масса головки сыра – 1,5–2,5 кг. Вкус и запах – выраженный сырный, острый, слегка аммиачный. Тесто пластичное, нежное, однородное. Рисунок состоит из глазков угловатой или овальной формы, расположенных по всей массе. Корка ровная, покрытая тонким слоем слизи.

Молоко, которое используется для выработки этого сыра, должно быть более зрелым, чем при изготовлении голландского сыра, кислотностью до 22 °Т. Свертывание проводится при температуре 32–34 °С в зависимости от степени зрелости молока. Зерно ставят сравнительно крупным – от 8 до 10 мм. Латвийский сыр формуют наливом. Оптимальная влажность перед посолкой – 45–47%, активная кислотность – pH 5,2–5,3.

В конце посолки в сыре сбраживается основная масса молочного сахара и устанавливается наиболее высокая активная кислотность за весь период созревания. После посолки на поверхности сыра развивается аэробная микрофлора, состоящая из бактерий, дрожжей и плесеней, которая потребляет кислоту и осуществляет нейтрализацию излишка молочной кислоты. В результате снижения кислотности на поверхности сыра создаются условия для последующего развития микрофлоры слизи, для которой среда должна быть менее кислой и может доходить до нейтральной или слабо щелочной, оптимальной для действия протеолитических ферментов (pH 6,7–7). Микрофлора слизи осуществляет актив-

30.4. Химический состав сыров, созревающих при участии молочнокислых бактерий и микрофлоры слизи, %

Сыр	Содержание, %		
	жира в сухом веществе, не менее	влаги, не более	хлорида натрия
Латвийский	45	48	2,0–2,5
Пикантный	55	44	2,0–2,5
Пятигорский	50	46	1,5–2,0
Каунасский	30	52	2,0–3,0

ный протеолиз белков, вследствие чего образуются водорастворимые азотсодержащие компоненты вплоть до аминокислот и аммиака.

Образовавшиеся протеолитические ферменты с поверхности сыра диффундируют в глубинные слои, интенсифицируя расщепление белков. Параллельно происходит диффузия щелочных продуктов протеолиза, которые понижают активную кислотность сырной массы. Повышение pH способствует улучшению консистенции и ускорению протеолиза белков сыра. Таким образом, микрофлора слизи не только обусловливает интенсивный процесс созревания в поверхностном слое сыра, но и положительно влияет на вторую стадию созревания во внутренних слоях сыра. Необходимо также отметить, что аэробная микрофлора сыров обладает большой липолитической активностью. Продукты липолиза также участвуют во вкусообразовании.

Уход за сыром в процессе созревания состоит в переворачивании сыра, поддерживании его поверхности в умеренно влажном состоянии, предотвращении появления плесени и перетирании слизи, образующейся на его поверхности.

Перевернув сыр, его каждый раз помещают на сухую полку. Первое протирание влажной салфеткой, смоченной в теплой воде, производят через 5–7 сут после посолки.

В течение первого месяца слизь растирают каждые 5–7 суток для равномерного распределения ее и поддержания в умеренно влажном состоянии поверхности сыра. В дальнейшем это делают через каждые 10–12 суток.

С появлением желтой слизи корка становится эластичной, мягкой. Созревший сыр должен иметь корку, покрытую тонким слоем влажной, но не жидкой сырной слизи.

По достижении кондиционной зрелости сыр обтирают, слегка обсушивают в упаковочном помещении и завертывают в пергамент или подпергамент. Продолжительность созревания – 60 суток. Оптимальная массовая доля влаги зрелого сыра – от 42 до 43%, активная кислотность – pH 5,4–5,5.

Остальные виды сыров, созревающих при участии микрофлоры слизи, вырабатываются по модифицированной технологии латвийского сыра. Чтобы получить продукт менее острый по вкусу и запаху, слизь с головки сыра удаляют во второй половине созревания. Эти сыры имеют сокращенный срок созревания, который в основном обеспечивается повышением влажности. Если у латвийского зрелого сыра соотношение между белком и влагой составляет 0,56, то у сыров пикантного и пятигорского оно равняется 0,45–0,49. Для сыров пониженной жирности это соотношение равно 0,55. Влажность каунасского сыра после прессова-

ния на 7–8% выше по сравнению с латвийским. С понижением содержания жира в сухом веществе на 10% оптимальная влажность зрелого продукта должна повыситься на 3–4%.

В сырах пониженной жирности создаются условия для большей интенсивности развития микрофлоры по сравнению с сырами повышенной жирности. Это обусловливается не только пониженной температурой второго нагревания, но и повышенной влажностью. Для повышения влажности сырное зерно ставится довольно крупным (1–1,5 см), его обработка проводится при температуре, близкой к температуре свертывания. Поскольку температура второго нагревания при умеренной кислотности не влияет на количество связанной воды, обеспечивается достаточно высокое содержание свободной влаги, которая является средой для протекания микробиологических и биохимических процессов. Этот фактор способствует интенсификации накопления вкусовых и ароматических веществ и улучшению консистенции.

Сыры пикантный и пятигорский имеют форму прямоугольного бруска. Вкус и запах у них более острый, чем у латвийского сыра, консистенция – мягкая.

Второе нагревание проводят водой, пастеризованной при температуре 75–80 °С. Количество воды, необходимой при выработке пикантного сыра, составляет 15–20% от количества смеси, а при выработке пятигорского – от 5 до 7%. Температура второго нагревания понижается с уменьшением содержания жира в сыре. Для пикантного сыра она составляет 38–40 °С, пятигорского – от 36 до 38 °С. Это связано в первую очередь со значительным улучшением синеретических свойств сычужного сгустка при понижении содержания в нем жира.

Формование пикантного и пятигорского сыров проводят наливным способом.

Зрелые сыры моют после обсушки и наведения корки, покрывают парафинополимерным сплавом. Пятигорский сыр можно также упаковывать в пленку. Продолжительность созревания сыра пикантного малого – 35 дней, пикантного большого – 45 дней и пятигорского – 15 дней.

Каунасский сыр. В производстве каунасского сыра допускается нормализация смеси молока пахтой в количестве до 20% вместо обезжиренного молока, а также применение свежих подсырных сливок для нормализации по жиру. Если кислотность сыворотки повышается до 15–16 °Т, то добавляют пастеризованную воду с таким расчетом, чтобы перед формованием кислотность сыворотки была 13–14 °Т. При этом имеется в виду, что при добавлении воды в количестве 5% кислотность сыворотки понижается приблизительно на 1 °Т. Частичную посолку в зерне проводят за 15–20 мин до конца его обработки. Предварительно

перед посолкой в зерне удаляется сыворотка в количестве 30%. Продолжительность вымешивания зерна с сывороткой обусловливается его способностью к обезвоживанию и расчитывается так, чтобы содержание влаги перед посолкой соответствовало 53–55%.

Сыры формуют с помощью отделителя сыворотки или наливным способом при давлении 10–20 кПа в течение 0,5–1 ч.

Уход за сыром во время созревания заключается в регулировании развития слизи. Перед реализацией она удаляется мойкой. После наведения корки сыры покрывают парафинополимерным сплавом или упаковывают в пленку. Продолжительность созревания сыра 35 дней.

По сходной технологии вырабатывают сыры *нямунас* и *рамбинас*.

Мягкие сыры

Микрофлора, применяемая при выработке и созревании мягких сыров, определяет их вид и характерные особенности, обусловливает направленность микробиологических, биохимических процессов, протекающих в молоке и сырной массе, а также влияет на образование вкуса и запаха сыра, его физико-химический состав.

В зависимости от вида применяемых бактериальных культур – плесеней, микрофлоры сырной слизи, участвующих при выработке и созревании, мягкие сыры подразделяют на следующие группы:

– сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и белой плесени, развивающейся на поверхности сыра – русский камамбер, белый десертный;

– сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий, а также белой плесени и микрофлоры сырной слизи, развивающихся на поверхности сыра, – смоленский, любительский зрелый;

– сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и микрофлоры сырной слизи (последняя развивается на поверхности сыра) – дорогобужский, калининский, дорожный;

– сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и голубой плесени, которая развивается в тесте сырной массы – рокфор.

Их химический состав представлен в табл. 30.5.

Главные моменты технологии мягких сыров, отличающие ее от технологии твердых сыров, следующие:

– высокая зрелость молока (22–25 °Т) и продолжительное свертывание;

– основной процесс выделения сыворотки из сырной массы происходит при низкой температуре (процессы свертывания молока и обсушки сырной массы совмещаются);

– разрезают сгусток мельче, чем при производстве твердых сыров;

30.5. Химический состав мягких сыров

Сыр	Содержание, %		
	жира в сухом веществе, не менее	влаги, не более	хлорида натрия
Русский камамбер	60	55	1,5–2,5
Белый десертный	50	65	1,5–2,5
Смоленский	45	50	2,5
Любительский зрелый	50	50	2,5
Дорогобужский	45	50	2,5
Калининский	50	50	2,5
Дорожный	50	48	2,5
Рокфор	50	48	5,0

– создают большую удельную поверхность сыра, придавая ему малые размеры или обеспечивая сообщение с наружной атмосферой внутренних полостей;

– используют аэробную микрофлору для понижения кислотности сырной массы.

Используемая аэробная микрофлора накладывает резкий отпечаток на технологию и все свойства зрелых мягких сыров.

В производстве мягких сыров применяется высокая температура пастеризации молока, внесение в пастеризованное молоко повышенных доз бактериальных заквасок и препаратов в количестве 1,5–2,5%, состоящих в основном из штаммов молочнокислых и ароматообразующих стрептококков (для сыров отдельных видов в закваске используют и молочнокислые палочки), получение более прочного сгустка, дробление сгустка крупными кусками (русский камамбер, нарочь, чайный и др.); отсутствует второе нагревание сырного зерна. Многие мягкие сыры, в отличие от твердых, имеют нежную мягкую консистенцию и более высокое содержание влаги в готовом продукте.

При выработке созревающих мягких сыров в первые 2–3 сут в сырной массе накапливается большое количество молочной кислоты, которая впоследствии задерживает развитие молочнокислых бактерий. Без нейтрализации излишка молочной кислоты созревание сыра практически останавливается. Это положение относится ко всем мягким сырам.

Условия для устранения излишка молочной кислоты, тормозящего созревание сыра, заложены в самом сыре. На поверхности сыра всегда развивается аэробная микрофлора, сначала предпочитающая высокую кислотность и понижающая ее (дрожжи, плесени). Затем ее сменяет микрофлора, предпочитающая менее кислую, нейтральную и щелочную реакцию питательной среды (щелочеобразующая микрофлора сырной слизи). Развитие микрофлоры, сменяющейся таким образом, сопровож-

дается в конечном итоге образованием значительного количества соединений, нейтрализующих молочную кислоту. Уход за коркой мягких сыров направлен на обеспечение развития на ее поверхности микробиологических процессов, сопровождающихся разрушением и связыванием молочной кислоты. Поскольку понижение количества молочной кислоты начинается с поверхности, ближе к поверхности сыра раньше возникают и условия, способствующие развитию процессов созревания. Созревание мягких сыров протекает послойно, распространяясь снаружи вовнутрь. Мягкие сыры имеют короткие сроки созревания (7–15 сут).

Мягкие сыры формуют способом розлива крупно разрезанного на куски сгустка или крупного зерна непосредственно в групповые перфорированные формы.

Сыворотка отделяется от сырного зерна путем самопрессования, и лишь при выработке сыров отдельных видов применяется слабое прессование при давлении 1–5 кПа. Белки и другие азотистые соединения в мягких сырах представленны в растворимой форме. Они усваиваются организмом человека в 2–3 раза быстрее, чем из твердых сыров.

Норму хлористого кальция устанавливают с учетом физико-химических свойств молока и прочности получаемого сгустка. При выработке сыров применяются бактериальные закваски, приготовленные из культур молочнокислых и ароматообразующих стрептококков. Норма бактериальной закваски устанавливается в соответствии с требуемой кислотностью молока. Большинство этих сыров формуют наливом.

Во время формования и самопрессования интенсивно протекает процесс молочнокислого брожения, в результате которого уже в первые дни созревания в сырной массе сбраживается молочный сахар, а активная кислотность достигает pH 4,2–4,5.

Мягкие сыры вырабатывают небольших размеров с высокой удельной поверхностью, что усиливает влияние поверхностной микрофлоры на процесс созревания.

Сыры, созревающие при участии молочнокислых бактерий и поверхностной белой плесени. *Русский камамбер* вырабатывают с применением плесени *Pen. candidum*, которая определяет вид сыра. Плесень растет на поверхности сыра и образует довольно толстый белый пушистый слой мицелия, внедряющийся в поверхностный слой сырного теста. При развитии плесень потребляет молочную кислоту, в результате чего кислотность сырной массы снижается. Плесень способна также частично разлагать белки сыра. Нормальное развитие на поверхности сыра культурной плесени придает ему специфические грибные вкус и запах. Сыр имеет форму низкого цилиндра диаметром 6–10 см, высотой 2–3 см и массой 0,13 кг.

В пастеризованное молоко при температуре 8–10 °С добавляют 0,3–0,5% закваски и оставляют на созревание в течение 10–14 ч. Кислотность молока перед свертыванием 21–22 °Т. Культуру плесени *Pen. candidum* добавляют из расчета 380–400 $см^3$ водной суспензии спор плесени на 1 т молочной смеси. Самопрессование продолжается 10–16 ч. Во время самопрессования сыры 3 раза переворачивают.

Влажность сыров перед посолкой – от 53 до 55% и активная кислотность pH 4,7–4,8. Их солят в 18–20% рассоле в течение 60–90 мин. После обсушки сыры созревают при температуре 10–12 °С в течение 7–12 суток. Влажность зрелого сыра 48–50% и активная кислотность pH 4,9–5,2. Сыр русский камамбер при более длительной выдержке в процессе созревания (20–25 дней) имеет более выраженный острый грибной вкус и аммиачный запах, активная кислотность сыра снижается до pH 5,5–5,8.

Уход за сырами, созревающими при участии белой плесени, состоит в наблюдении за ее развитием, своевременном ограничении ее роста и соблюдении санитарных правил, исключающих заражение поверхности сыра посторонними плесенями. После созревания каждую головку сыра режут пополам, заворачивают в фольгу и укладывают по две половинки в индивидуальные коробки.

Вкус и запах зрелого сыра – чистый, кисломолочный или кисломолочный со слегка грибным или выраженным грибным привкусом и легкой горечью, консистенция – нежная, однородная по всей массе или слегка мажущаяся в подкорковом слое, с наличием небольшого ядра (не более 1,5 см) в центре из более плотного сырного теста. Сыр рисунка не имеет, а его поверхность покрыта белой плесенью. Белый десертный сыр вырабатывают по сходной технологии.

Сыры, созревающие под влиянием молочнокислых и щелочеобразующих бактерий сырной слизи и плесеней. *Любительский зрелый сыр* вырабатывают из пастеризованного молока по технологической схеме сыра бри. В созревании принимают участие молочнокислые бактерии, микрофлора сырной слизи *Brevibact. linens* и белая плесень. Форма сыра – низкий цилиндр с диаметром 13–15 см и высотой 4–7 см. Его масса – от 0,8 до 1,2 кг.

Подготовленная смесь свертывается при 29–32 °С в течение 40–60 мин, а в случае слабого молочнокислого процесса – и до 90 мин. Довольно плотный сгусток разрезают на кубики, вымешивают в течение 15–20 мин и после закрепления заполняют формы наливом. Самопрессование проводят при температуре 16–18 °С в течение 16–24 ч с тремя переворачиваниями.

Сыры лучше солить в рассоле в течение 2 ч, а сыры, предназначенные для созревания, даже 3 ч, используя для этой цели этажеры. Конце-

нтрация рассола должна быть 20–22%, температура 12–13°С. После посолки сыры выдерживают в том же помещении в течение двух дней, при этом 2 раза переворачивают. После этого сыры переносят в помещение с температурой 12–15°С и относительной влажностью воздуха 80–85%. В этом помещении сыры обсеменяют культурой *Brevibact. linens* (микрофлора слизи) и спорами плесеней *Pen. album* и *Pen. candidum*, если они не внесены в молоко.

На 6–8-й день на поверхности сыров начинает достаточно обильно развиваться белая плесень. Тогда сыры перекладывают на сплошные щитки и переносят в камеру с температурой 11–12 °С и относительной влажностью воздуха 88–92%. Объем плесени постепенно уменьшается, и появляется слизь, которая в дальнейшем покрывает всю поверхность. В этой камере сыры созревают 2–3 недели.

Если сыр реализуется в свежем виде, он почти не имеет корочки, поверхность его покрыта легким пушком белой плесени, вкус и запах кисломолочные, слегка острые. Цвет теста – от белого до слабо-желтого, консистенция маслянистая, мягкая, на разрезе сыр не имеет рисунка. В зрелом состоянии у сыра имеется тонкая корочка, покрытая тонким слоем красновато-желтой слизи с очагами белой или голубовато-зеленой плесени. В зрелом сыре развивается острый пикантный вкус с легким грибным привкусом. Тесто бывает мягкое, но допускается наличие уплотненного ядра размером 1,5 см.

Кроме любительского сыра в эту группу входят также сыры охотничий и смоленский.

Приемы ухода за сырами направлены на культивирование плесени, наблюдение за ее развитием, своевременное ограничение роста плесени и создание условий для развития микрофлоры сырной слизи.

Сыры, созревающие под влиянием молочнокислых и щелочеобразующих бактерий сырной слизи. Основным представителем этой группы сыров является *сыр дорогобужский*. Он имеет форму куба со слегка выпуклыми боковыми поверхностями и слегка округленными гранями (высота 7–8 см, длина 9 см и ширина 9 см). Масса сыра – от 0,5 до 0,7 кг.

Сыр формуют наливом, используя специальные формовочные столы. Посолку проводят в рассоле концентрацией 18–20% в течение 12 ч.

Срок созревания дорогобужского сыра составляет 40 дней. В процессе созревания необходимо следить за развитием слизи. При температуре выше 15 °С сыр быстро покрывается слизью, но становится излишне мягким. Нормальная температура созревания не должна превышать 11–14 °С, процесс протекает несколько медленнее. Повышенная влажность сырной массы и большое содержание в ней молочного сахара со-

действуют значительному росту молочнокислых бактерий в сыре, количество которых в первые 2–5 дней созревания достигает 7–8 млрд. клеток в 1 г сыра. В дальнейшем высокая кислотность замедляет развитие молочнокислых бактерий. Однако развивающаяся на поверхности микрофлора (дрожжи, плесени, микрококки и др.) нейтрализует излишек молочной кислоты. Ферменты микрофлоры сырной слизи разлагают белок с образованием щелочных продуктов, которые проникают внутрь сыра и снижают кислотность сырной массы. В сырной слизи содержатся дрожжи, палочки (*Bact. linens*, *Bact. casei limburgensis*, *Bact. bruneum*), микрококки, кокки и др. Созревание сыров этой группы начинается с поверхности, распространяясь внутрь сыра. Зрелый сыр обсушивают, заворачивают в пергамент, затем в фольгу либо в целлофан.

Готовый сыр имеет мягкую, мажущуюся, маслянистую, равномерную по всей массе консистенцию, острый, слегка аммиачный, специфический вкус. Допускается ядро из более уплотненного сырного теста размером не более 1,5 см. Разрешается наличие незначительного количества равномерно распределенных по тесту мелких сплющенных глазков. Цвет теста – от белого до слабо-желтого (кремового), ровный по всей массе, а в ядре – белый.

В зрелом дорогобужском сыре содержится 21,63% общего белка; 11,7% растворимого азота, что составляет более 54% к общему; 0,83% аминокислот.

В эту группу сыров также входят сыры калининский и дорожный.

Сыры, созревающие под влиянием молочнокислых бактерий и голубой плесени. *Сыр рокфор* (рис. 30.6) – один из самых распространенных мягких сыров. Разновидности сыра: итальянский горгонзола, английский стильтон, датский голубой сыр и др. Традиционный рокфор готовят из цельного овечьего молока, но в последнее время во многих странах стали вырабатывать этот сыр из коровьего молока. У сыра остро соленый, пикантный, перечный вкус и специфический запах. Тесто нежно-маслянистое, слегка крошливое, от белого до слабо-желтого цвета, по всему тесту на расстоянии 1,5–3 см от боковой поверхности равномерно распределена сине-зеленая плесень. Типичный вкус рокфора обусловливают, в основном, продукты распада жира. Сыр имеет форму цилиндра диаметром 17–20 см, высотой 9–11 см. Масса сыра – от 2,0 до 2,5 кг.

Молоко для рокфора должно быть достаточно зрелым (24–25 °Т для коровьего и 28–32 °Т для овечьего). Добиваются этого добавлением 1–2% чистых культур молочнокислых бактерий. Культуру плесени вносят в молоко после бактериальной закваски. Сухой порошок плесени из расчета 2–3 г на 100 л молока высыпают в охлажденную кипяченую воду, взбалтывают, оставляют на 5–10 мин, фильтруют через один слой марли и вно-

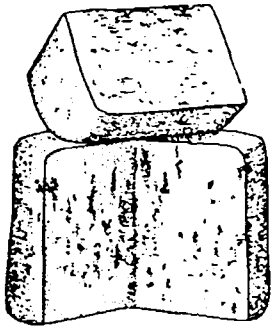


Рис. 30.6. Сыр рокфор

сят в молоко. Свертывание проводят при 29–32 °С в течение 30–40 мин (по технологической инструкции разрешается 60–80 мин). Сгусток должен быть плотным. Его разрезают на кубики размерами 12–15 мм, после чего сырную массу вымешивают в течение 40–120 мин, каждые 10–15 мин делают остановки, давая ей возможность уплотняться.

К концу обработки кислотность сыворотки достигает 22–26 °Т при использовании овечьего и 18–20 °Т при использовании коровьего молока. Когда зерно достигает достаточной плотности, вымешивание прекращают. Затем приступают к формованию. Сыр формуют наливом или насыпью. Формы заполняют сырной массой слоем толщиной 3–4 см. Если в молоко плесень не внесена, каждый такой слой посыпают небольшим количеством порошкообразной сухой культуры плесени *Pen. roqueforti*, отступая от краев сырной массы на 1,5–2 см. На одну головку сыра требуется от 1 до 1,5 г плесени.

Во время формования сырная масса не должна остывать, поэтому температуру помещения надо поддерживать на уровне 18–20 °С. После формования сыры подвергают самопрессованию в течение 3–4 ч и обсушке. Для этого переносят сыры в теплое помещение (парильню), где выдерживают 35–45 ч. Там сыры переворачивают вначале через 3 ч, затем через 8 и, наконец, через 10–12 ч. Температура парильни – 18–22 °С, а относительная влажность воздуха – 90–95%. В период обсушки молочнокислый процесс достигает максимума и сыры дают некоторую усадку. Влажность сыра в это время бывает 47–51%, при этом он приобретает запах свежего кислого теста. Активная кислотность должна быть pH 4,6–4,8.

После обсушки сыры вынимают из форм, обмывают чистой холодной или теплой (18–20 °С) водой и приступают к посолке. Для этого сыры помещают в насыщенный рассол (концентрации не менее 20%) температурой не выше 8–10 °С на 4–5 сут. Лучше солить сыры в контейнерах. После посолки сыр должен иметь несколько большее содержание соли, чем в конце созревания. Затем сыры слегка обмывают и уклады-

вают на ребро на специальных подставках для обсушки в течение суток. После этого прокалывают сыры насквозь (от верхнего до нижнего круга) для доступа воздуха. Перед прокалыванием поверхность сыра зачищают, а плоские стороны оскабливают, чтобы не допустить попадания поверхностной микрофлоры сырной слизи внутрь. На каждом сыре делают от 30 до 40 сквозных проколов специальной машиной, диаметр игл равен 3 мм. При медленном развитии плесени сыры прокалывают еще раз.

Созревает рокфор в камерах при 6–9 °С, относительной влажности воздуха 90–95% и постоянном притоке воздуха: суточный обмен его – не менее двукратного. Сыры укладывают на ребро на расстоянии 2–3 см друг от друга. В процессе созревания необходимо следить, чтобы не образовались слизь и плесень на стеллажах, предупреждать слипание отверстий и деформацию головок. Сыры поворачивают вокруг их оси один раз в 2 дня.

При нормальных условиях плесень начинает развиваться на 7–10-е сутки после прокалывания. Слизь и плесень удаляют с поверхности сыра соскабливанием, не закрывая наружных отверстий. За период созревания операцию повторяют 2–3 раза. При сильном разрастании плесени отверстия закрывают и переворачивают сыры, ставя их с ребра на полотно. Нежелательно проникновение слизи в сыр, так как она придает ему своеобразный привкус.

Сыр созревает под влиянием молочнокислых бактерий, их ферментов, при участии плесени *Pen. roqueforti*. Плесень расщепляет жир в сыре и вызывает глубокий распад белков, благодаря чему он приобретает характерные специфические вкус и запах. Созревание длится 2 мес. Период высокой температуры предназначен для усиления молочнокислого процесса. Выдержка при низкой температуре нужна для созревания сыра при умеренном развитии плесени и действии ее ферментов, в частности липазы. При высокой температуре созревания липаза вызывает настолько сильное расщепление жира, что сыр получает прогорклый вкус. При низкой же температуре в сыре накапливаются продукты расщепления жира, придающие специфический вкус, сходный со вкусом перца, который особенно ценится у сыров этой группы. Образованию нормальных свойств способствует также высокая концентрация соли в сырной массе.

Хранить рокфор необходимо при низких температурах: первые 1–1,5 мес. – при 3–5 °С, а в дальнейшем при 1–3 °С. Для предупреждения излишней усушки зрелый рокфор после предварительного соскабливания слизи и плесени, а также обсушки завертывают в подпергамент или восковку, а затем в фольгу или целлофан. Упаковывают сыры в ящики с перегородками, по 12–16 головок в каждый.

Глава 31. Технология кисломолочных сыров

Производство кисломолочных сыров отличается от сычужных способом коагуляции казеина. Во втором случае казеин в молоке коагулирует при помощи молокосвертывающих ферментов, в результате действия которых он преобразуется в параказеиновый комплекс. В первом случае используют кислотное, кислотно-сычужное и термокислотное свертывание молока. Технология получения кисломолочных сыров близка к технологии творога. Они обычно реализуются в свежем виде, имеют мягкую консистенцию. Отличаются высокой кислотностью и влажностью.

Химический состав основных видов свежих кисломолочных сыров приведен в табл. 31.1.

Изменять активную кислотность в широких пределах, в отличие от сычужных сыров, не представляется возможным. Ввиду этого и в отсутствие процесса созревания сырной массы в них не накапливается значительного количества водорастворимых форм белка. Разница между мягкими сычужными и мягкими кисломолочными сырами в отношении образования вкуса и запаха значительно меньше, чем разница между

31.1. Химический состав кисломолочных сыров

Сыры	Массовая доля, %		
	жира в сухом веществе, не менее	влаги, не более	поваренной соли, не более
Чайный	50	57	1,0
Клинковый	30	64	2,0
Нежный	60	68	1,2
Таежный	45	60	2,0
Сосновский	40	65	2,0
Городской	40	62	1,0
Адыгейский	45	60	2,0
Белковый	30	65	1,5
Свитанак	30	62	1,5
Сыр из козьего молока	30	67	1,5
Домашний	20	80	1,0
Сливочный			
сладкий	40	56	–
фруктовый	40	56	–
советский	50	60	1,2
острый	50	65	1,5
рокфор	50	60	2,0
Волжанка	40	60	1,0

твердыми сычужными и твердыми кисломолочными сырами, особенно, если вырабатывать мягкие кисломолочные сыры из жирного творога.

В производстве кисломолочных сыров представляется возможным использовать высокую температуру пастеризации до 85 °С, что исключено в технологии сычужных сыров. Это позволяет повысить выход и улучшить консистенцию.

При производстве сыров типа адыгейского применяется термокислотная коагуляция при температуре порядка 93–95 °С, что обеспечивает полный переход сывороточных белков в продукт. Эта температура совмещена с температурой пастеризации сырной массы.

В производстве кислотно-сычужных сыров представляется возможным использовать вкусовые наполнители растительного происхождения (тмин, чеснок, столовую зелень, папоротник и др.). Также мягкие сыры могут вырабатываться с использованием растительных соевых белков, биологически активных добавок, бифидобактерий.

Сливочные сыры являются продуктами комбинированного состава. В их производстве применяется кислотно-сычужный творог, который смешивается с наполнителями (сахар, желатин), расплавленный сыр и др.

Сыр чайный вырабатывают только свежим из пастеризованного, нормализованного молока. Вкус его кисломолочный, слегка солоноватый, чистый. Тесто однородное, нежное, от белого до слабо-желтого цвета. Чайный сыр после приготовления фасуют в картонные коробки вместимостью 100–500 г.

Молоко нормализуют, пастеризуют и охлаждают до температуры свертывания, вносят 1,5–2,5% закваски молочнокислых бактерий (стрептококков) и немного хлорида кальция – 10 г на 100 кг молока. Молоко свертывается при 30–32 °С. После внесения чистых культур примерно через 1–1,5 ч добавляют водный раствор молокосвертывающего фермента активностью 100000 ед. в количестве 1 г на 1 т молока. Сквашивание происходит в течение 6–9 ч. Для уменьшения отстоя сливок и потери жира с сывороткой можно первые 1,5–2 ч перемешивать молоко. Готовый сгусток должен иметь кислотность 70–75 °Т, а сыворотка – не менее 40–45 °Т.

Сгусток разрезают на кубики, оставляют на 20–30 мин для уплотнения, а затем выкладывают в бязевые мешки для самопрессования. В течение 1,5–2 ч сыворотка отделяется, после чего сырную массу подпрессовывают в течение 1,5–2 ч. Температура помещения для прессования не должна превышать 8 °С. После прессования сырную массу смешивают в смесителе с 1,2% соли и выдерживают 30 мин для полного ее растворения. Готовую массу при помощи автоматов фасуют.

К этой подгруппе также относятся сыры клинковый, нежный, таежный, сосновский и городской. Отличительной особенностью первых трех сыров является высокая температура пастеризации молока, равная 82–88°С. Их выпускают в реализацию в виде сформованных головок.

Сыр адыгейский. Форма сыра – низкий цилиндр диаметром 18–22 см, высотой 5–6 см. Масса сыра – 1–1,5 кг. Вкус – слегка кисловатый, в меру соленый, консистенция нежная, несколько уплотненная, рисунка нет. Допускаются на разрезе сыра глазки и пустоты.

Сыр адыгейский вырабатывают из нормализованного по жирности пастеризованного молока кислотностью не выше 20 °Т путем свертывания его кисломолочной сывороткой, с последующей специальной обработкой. Оптимальная кислотность сыворотки – 95–150 °Т. Для ускорения нарастания кислотности сыворотки в нее добавляют до 1% закваски, приготовленной на чистых культурах болгарской палочки.

Пастеризованную смесь при температуре 93–95 °С смешивают с кислой сывороткой в количестве до 10% объема смеси. Образующийся после термокислотной коагуляции хлопьевидный сгусток выдерживают при 93–95 °С до 5 мин. Сыворотка должна выделяться желтовато-зеленоватого цвета, кислотностью от 30 до 33 °Т.

После формования сыр подвергают самопрессованию в течение 10–15 мин. За это время сыр один раз переворачивают, слегка встряхивая форму. После самопрессования производят посолку поверхностей сыра сухой солью из расчета не более 2% соли в готовом продукте.

Формы с сыром направляют в камеры с температурой от 8 до 10 °С, где выдерживают 16–18 ч. За это время для лучшего просаливания и обсушки сыр в формах переворачивают 1–2 раза.

Продолжительность хранения – не более 7 сут (в том числе на предприятиях – не более 3 сут). Температура помещения для хранения сыра должна быть не ниже 0 °С и не выше 8 °С при относительной влажности не более 85%.

К сырам, получаемым с использованием термокоагуляции белков молока, относятся белковый, свитанак и сыр из козьего молока.

Сыр домашний. Это кисломолочный сыр, который не подвергается длительному созреванию. По составу он близок к маложирному творогу. Отличается от последнего зернистой структурой с достаточно плотной консистенцией зерен. Особенность технологии сыра заключается в подготовке обезжиренного сырного зерна, обладающего некоторой плотностью. Готовое зерно предварительно промывают питьевой пастеризованной водой и охлаждают до 6–8 °С. Подготовленное сырное зерно смешивают со сливками 13–15% жирности температурой 1–4 °С. В сливках, подготовленных к переработке, предварительно растворяют

поваренную соль (в среднем 10 кг на 1 т смеси), сливки пастеризуют при 95–97 °С с выдержкой 20–25 с. Пастеризованные сливки охлаждают до 30 °С и при этой температуре гомогенизируют при давлении (1225–1274)10^4 Па и охлаждают до 1–4 °С. После смешивания со сливками сыр домашний температурой 4–6 °С оставляют на 2 ч для впитывания сливок в зерно и более равномерного их распределения. После этого сырная масса перемешивается и фасуется.

Сливочный сыр вырабатывают из творога, полученного кислотно-сычужным способом. Продукт имеет нежную, пастообразную, маслянистую консистенцию.

После сквашивания сгусток насосом подают на сепаратор для творога. Полученную белковую массу влажностью 79–80% охлаждают в трубчатом охладителе до 10–12 °С. После этого ее смешивают со сливками, вкусовыми наполнителями и стабилизатором (желатином). Затем масса гомогенизируется и фасуется в полистироловые коробки массой по 125 и 250 г. Фасованные сыры транспортируют в холодильные камеры, где они в течение 3–4 ч охлаждаются до 4–5 °С.

Выдержанные сыры

Сыр зеленый. При производстве зеленого сыра белок осаждают при высокой температуре (около 80 °С), приливая к обезжиренному молоку кислую сыворотку (180–200 °Т) с таким расчетом, чтобы после полного осаждения белка кислотность сыворотки не превышала 30 °Т (чаще бывает 25 °Т). Температура приливаемой сыворотки должна быть около 40 °С, а сырной массы после осаждения – от 65 до 70 °С. В таких условиях в осадок выпадает казеин с кальцием, не полностью отщепленным, и поэтому сгусток может плавиться при высокой температуре. Низкая кислотность осаждения и наличие неотщепленного от казеина кальция обусловливает низкую кислотность сырной массы, называемой цигером, и возможность созревания ее по типу твердых сыров, то есть без необходимой нейтрализации излишка молочной кислоты.

Считают, что в созревании зеленого сыра играет существенную роль термофильная молочнокислая палочка, которая вносится вместе с кислой сывороткой. Сырная масса состоит из казеина и альбумина, так как при высокой температуре и кислой среде в осадок выпадают почти все белки молока, образуя сырную массу. Цигер созревает в течение 1–1,5 мес в плотно набитых ящиках. После созревания верхний слой снимают, а остальную массу размельчают на волчках и вальцовках, смешивают с 5% соли и 1–1,5% порошка из листьев тригонеллы (*Trigonella caerulla*). Массу высушивают до 48% содержания влаги и формуют. Зеленый сыр – терочный, идет в пищу в виде порошка.

Глава 32. Пороки сычужных сыров

Пороками сыров являются отклонения от идеальных органолептических свойств и физико-химических показателей, регламентируемых нормативно-технической документацией. О пороках не следует говорить отвлеченно, а следует их характеристику связать с причинами, вызывающими их появление, и на этом основании принять меры по улучшению качества продукта.

В производственном цикле получения сыров могут наблюдаться следующин типы пороков:

- пороки микробного происхождения, которые появляются при загрязнении молока технически вредной микрофлорой;
- пороки технологического происхождения, когда неправильно организована подготовка молока для производства сыров, обработка сгустка, обсушка зерен, формование, прессование, созревание, а также плохо регулируется молочнокислый процесс и др.;
- пороки механического происхождения, когда повреждается форма сыров во время формования, прессования, созревания, и др.

Легко устраняются причины пороков механического происхождения, труднее – технологического происхождения. Наиболее трудно устранить пороки микробного происхождения.

Основные факторы, от которых зависит качество сыров:

- качество молока;
- квалификация инженерно-технического персонала;
- соблюдение санитарных и санитарно-гигиенических условий производства;
- технический уровень и состояние оборудования;
- качество основных и вспомогательных материалов.

При переработке некачественного сырья возможно появление пороков микробного, кормового и физиологического происхождения. Последние зависят от здоровья животных, периода лактации и т. д.

Основные пороки сычужных сыров приведены в табл. 32.1.

32.1. Пороки сычужных сыров

Порок	Причины возникновения	Меры по предупреждению и устранению
	Пороки вкуса и запаха	
Горький вкус	Сыры созревают при температуре ниже чем 8–10 °С. В них накапливаются горькие полипептиды, которые не успевают расщепляться на более простые соединения Коровам скармливаются горькие корма (с полынью, горьким люпином и др.) или они получают много гороха	Сыры с низкой температурой второго нагревания должны созревать при температуре 13–16 °С 20–25 дней, а потом при 10–12 °С
	Для производства сыров использовали анормальное или молоко больных коров	Не применять для производства сыров молоко от больных коров. Количество соматических клеток в нем не должно превышать 500000 в 1 мл молока
	Молоко очень загрязнено психротрофными бактериями и долго хранилось перед пастеризацией	Не применять для производства сыров молоко с привкусом кормов, а также загрязненного микрофлорой, которая интенсивно пептонизирует белки
	Молоко загрязнено *S. mammococcus*, для которых характерны сильные протеолитические свойства	Тщательно контролировать температуру пастеризации молока
	Применение поваренной соли, загрязненной сульфатами натрия и магния Применение слишком большого количества хлористого кальция, а особенно загрязненного солями магния	Контролировать качество вспомогательных материалов
	Применение неактивного молокосвертывающего фермента	Тщательное соблюдение технологии производства сыров
	Попадание бактериофага в смесь молока для производств сыров	Применение доброкачественных и активных заквасок, молокосвертывающих ферментов. Регулирование молочнокислого процесса

Продолжение

Порок	Причины возникновения	Меры по предупреждению и устранению
	Пороки вкуса и запаха	
Горький вкус	Применение незрелого, сычужновялого молока. Передозировка молокосвертывающего фермента и хлористого кальция Плохое регулирование молочнокислого процесса. Попадание в сыр излишнего количества соли молочной кислоты (лактата кальция), вызывающего горько-кислый вкус сыра Попадание в молоко бактериофагов, задерживающих развитие молочнокислых бактерий	Контролировать пригодность молока для сыроделия. Нужно применять не менее 30% зрелого молока
Кислый вкус	Низкая температура созревания	Регулировать температуру созревания
	Излишне высокое содержание влаги и соответственно большое количество лактозы, перешедшей в сыр	Регулировать температуру второго нагревания и молочнокислый процесс во время обработки сырного зерна путем внесения в сырную массу до 5–20% воды Контролировать активную кислотность сыра после прессования
	Применение некачественной закваски, в которой мало ароматообразующих стрептококков Производство сыра из анормального молока Недостаточное содержание белков в молоке (обычно весной) Излишнее количество активной закваски	Постоянно контролировать качество закваски Не перерабатывать молоко, в котором много соматических клеток
	Использование молока с высокой кислотностью	Кислотность смеси должна быть 18–21 °Т в зависимости от вида сыра

Продолжение

Порок	Причины возникновения	Меры по предупреждению и устранению
	Пороки вкуса и запаха	
Гнилостный вкус и запах	Использование молока, зараженного гнилостной микрофлорой, которая производит фенол, индол, сероуглерод и другие соединения	Строго контролировать качество молока. На созревание отправлять только пастеризованное молоко с закваской. Придерживаться установленных режимов пастеризации
	Недостаточная посолка сыра	Уточнить продолжительность посолки
	Использование молока с антибиотиками, парализующими жизнедеятельность молочнокислых бактерий. Недостаточная кислотность сырной массы; в ней развивается технически вредная микрофлора.	Гарантировать нормальный молочнокислый процесс во время производства сыра. Контролировать активную кислотность сырной массы после прессования
Затхлый вкус и запах	Проявляется в результате жизнедеятельности гнилостной микрофлоры. Производство сыра из анормального молока	Контролировать число соматических клеток, а также количество технически вредной микрофлоры
	Применение молока, зараженного гнилостной микрофлорой, кишечной палочкой, дрожжами	Соблюдать режимы производства
	Использование некачественного рассола	Применять доброкачественный рассол. Его концентрация должна быть 18–22%, температура 8–12 °С Поддерживание оптимального гигротермического режима воздуха
	Несвоевременное переворачивание сыров, хранение в сырохранилищах с плохой вентиляцией. Слишком интенсивное развитие сырной слизи	Регулировать развитие микрофлоры слизи. В переходных периодах года использовать антагонистическую закваску

Продолжение

Порок	Причины возникновения	Меры по предупреждению и устранению
	Пороки вкуса и запаха	
Прогорклый вкус	Излишний распад молочного жира под действием липолитических ферментов. Более активно проходит в более жирных сырах	Регулировать развитие микрофлоры слизи
	Использование молока, зараженного маммококками, психротрофной микрофлорой, а также дрожжами, продуцирующими липазу Применение молока стародойных коров, молозива и примеси маститного молока	Контролировать качество молока. Не допускать на переработку примеси стародойного молока и молозива
	Хранение сыров при температуре выше 8 °С	Сыры после созревания надо хранить при температуре от (–2) до +3 °С или при 2–8 °С
Привкус кормов	Использование молока с привкусом кормов	Усилить контроль качества молока
Аммиачный вкус и запах	Созревание твердых сыров без покрытия, пленок, когда на них развиваются слизи в случае излишней влажности сыра	Обеспечение оптимального режима созревания твердых сыров
	Слишком быстрое развитие щелочеобразующей микрофлоры в сырах, созревающих с сырной слизью	Регулировать развитие слизи
Салистый вкус	В молоке находится излишнее количество аннаэробной лактатсбраживающей микрофлоры Слабое развитие молочнокислого процесса	Количество анаэробной лактатсбраживающей микрофлоры в сыром молоке не должно превышать 10 спор в 1 мл молока

Продолжение

Порок	Причины возникновения	Меры по предупреждению и устранению
	Пороки вкуса и запаха	
Слабо выраженный вкус и запах	Этот порок встречается при медленном созревании сыров	Применять антагонистические закваски
	Недостаточная влажность сыров	Меньше обсушивать зерно
	Низкая температура созревания	Температура созревания должна быть выше 10 °С
	Применение малоактивной закваски	Применять активные закваски
	Излишнее количество пастеризованной воды внесено в сырную массу во время второго нагревания	Регулировать протекание молочнокислого процесса во время обработки сырного зерна. Не допускать пересола сыра
Творожистый вкус	Применение слишком кислого молока Созревание сыров при низких температурах	Меры по предупреждению порока аналогичны мерам по устранению порока «кислый вкус»
	Пороки консистенции	
Грубая, твердая консистенция	Слишком малая влажность сыра Слишком высокая температура второго нагревания	Соблюдение оптимальных технологических параметров, обеспечивающих оптимальные содержание влаги и активные кислотность сыров после прессования. Регулировать молочнокислый процесс путем внесения пастеризованной воды в сырную массу
	Излишняя обсушка зерна Низкая температура созревания	Соблюдать режим созревания сыра
	Излишнее количество соли	Не допускать пересола сыра

Продолжение

Порок	Причины возникновения	Меры по предупреждению и устранению
	Пороки консистенции	
Колющаяся консистенция (самокол)	Повышенная кислотность молока	Контролировать качество сырья
	Малое количество ароматообразующей микрофлоры в закваске	Применять доброкачественную закваску
	Слишком интенсивный молочнокислый процесс во время обработки зерна	Регулировать молочнокислый процесс во время обработки зерна
	Переход в сыр излишнего количества молочного сахара	Регулировать молочнокислый процесс путем внесения пастеризованной воды в смесь зерна и сыворотки
Крошливое тесто	Повышенная кислотность молока	Контролировать качество сырья (не превышать 20 °Т)
	Излишняя кислотность сырной массы	Применять закваску нормальной активности. Не передозировать закваску Регулировать молочнокислый процесс путем внесения пастеризованной воды в сырную массу. Применять частичную посолку зерна
	Замораживание сыров	Не допускать замораживания сыров во время хранения и транспортирования
Резинистая, ремнистая консистенция	Слишком малая кислотность и влажность сырной массы	Гарантировать нормальную влажность и кислотность сыров после прессования. Можно использовать рекомендации по предупреждению пороков «грубая, твердая консистенция»

Продолжение

Порок	Причины возникновения	Меры по предупреждению и устранению
	Пороки консистенции	
Мажущая консистенция	Излишняя влажность сырной массы Перезревание сыра	Не допускать к переработке несыропригодное сычужно-вялое молоко, сырье с повышенным содержанием соматических клеток. Регулировать молочнокислый процесс. Применять активные закваски. Соблюдать нормальную влажность и активную кислотность сырной массы после прессования. Температура созревания сыров не должна быть выше 14–15 °С
	Пороки рисунка	
Отсутствие рисунка (слепой сыр)	Слабое развитие ароматообразующих молочнокислых бактерий Применение недоброкачественной закваски, в составе которой мало ароматообразующей микрофлоры В перерабатываемом молоке мало лимонной кислоты	Контролировать качество заквасок на наличие ароматообразующих бактерий
	Переработка незрелого молока. Низкая температура посолки и созревания	Применять зрелое молоко с кислотностью, не превышающей оптимальной величины Обеспечить температуру созревания сыра согласно технологическим нормативам
Щелевидный рисунок	Это начальная стадия появления порока «самокол» Слишком высокая кислотность сырной массы Оседание сыра при хранении при высоких температурах	Меры предотвращения такие же, как порока консистенции «самокол»

Продолжение

Порок	Причины возникновения	Меры по предупреждению и устранению
	Пороки рисунка	
Рваный, сетчатый, броженый или губчатый рисунок	Развитие в сыре бактерий группы кишечной палочки, анаэробных лактатсбраживающих бактерий и дрожжей, обладающих сильным газообразованием	Контролировать качество перерабатываемого молока. Увеличить эффективность пастеризации. Устранить источники обсеменения молока и сырного зерна технически вредной микрофлорой. Понизить температуру посолки
Раннее вспучивание	Активная деятельность кишечной палочки или дрожжей	Контролировать режим пастеризации. Хорошая мойка и дезинфекция оборудования, а также контроль этого процесса. Применение активной закваски, а также селитры калия или натрия
Позднее вспучивание	Активная деятельность анаэробных лактатсбраживающих бактерий	В сборном молоке количество спор анаэробных лактатсбраживающих бактерий не должно превышать 10 в 1 мл молока
Пустотный рисунок	Наличие воздуха в сырной массе Пустотный рисунок не является пороком для сыров, формуемых насыпью или наливом	Формовать пласт под сывороткой, не допуская попадания воздуха Не нарушать целостности головки во время формования и прессования
Внутренние свищи	Молоко повышенной кислотности Пониженная клейкость сырного зерна и повышенная кислотность сырной массы после прессования	Сыр вырабатывать из молока кислотностью до 20 °Т Обеспечить нормальное протекание молочнокислого процесса

Продолжение

Порок	Причины возникновения	Меры по предупреждению и устранению
	Пороки внешнего вида	
Подкорковая плесень	Свертываемое молоко и сыворотка покрыты пеной Появляется сырная пыль во время разрезки сгустка	Не подвергать свертыванию молоко с пеной на поверхности
	Сыры плохо прессуются (недопрессовка, слишком короткая продолжительность, старые салфетки с молочным камнем и др.) Слишком мала влажность сыра	Подпрессовывать пласт под слоем сыворотки. Соблюдать режим прессования
	Излишняя кислотность сырной массы. Переохлажденная сырная масса	Регулировать кисломолочный процесс при обработке зерна
	Поверхность сыра недостаточно посолена, сыры плохо переворачиваются	Правильное расположение сыров в контейнерах при посолке
	Нарушение санитарного состояния поверхности сыра и камер для созревания	Следить за чистотой и дезинфекцией камер созревания, оборудования и инвентаря. Применять фунгистатические материалы, покрытия с сорбиновой кислотой, делвоцид и др.
Осповидная плесень	Излишняя влажность камер созревания сыров Плохое санитарно-гигиеническое состояние помещений, появление плесневых грибов типа *Oospora*	Поддерживать хорошее санитарно-гигиеническое состояние помещений. При появлении порока помытые сыры нужно выдержать 2–3 мин в воде температурой 65–70 °С или в кислой сыворотке, после чего сыры нужно обсушить

Продолжение

Порок	Причины возникновения	Меры по предупреждению и устранению
	Пороки внешнего вида	
Коричневые пятна	На поверхности сыров развиваются протеолитические бактерии, попадающие из воды	Применять хлорированную воду. Использовать фунгистатические материалы
	Попадание на поверхность сыров ржавчины	Гарантировать хорошее санитарно-гигиеническое состояние оборудования
Коричнево-черные пятна	Развитие плесневых грибов *Cladosporium* на поверхности сыров	Гарантировать нормальное развитие слизи на поверхности сыров. Применять фунгистатические препараты. Понизить количество микроорганизмов в воздухе помещений
Розово-оранжевые или желтые пятна	Развитие микроскопических грибов рода *Penicillium* на поверхности сыров	Гарантировать нормальное развитие слизи на поверхности сыров. Применять фунгистатические препараты. Понизить количество микроорганизмов в воздухе помещений
Розовые пятна под полимерной пленкой	Негерметичность полимерной упаковки способствует развитию плесневых грибов и дрожжей, продуцирующих красноватую слизь, на поверхности сыра	Нужно обеспечить нормальную работу циклонов башенных сушилок сухого молока, так как дрожжи развиваются в скоплениях сухого молока на крышах помещений, а потом с воздухом попадают в производственные помещения. Обеспечить качественное упаковывание в полимерные пленки. Понизить количество микроорганизмов в воздухе помещений
Выделение жидкости в полимерную упаковку	Излишняя кислотность и влажность сырной массы	Соблюдать технологический процесс. Гарантировать нормальную влажность и кислотность сыра

Продолжение

Порок	Причины возникновения	Меры по предупреждению и устранению
	Пороки внешнего вида	
Подопревшая корка	Излишняя влажность в камерах созревания Пересол сыров Несвоевременное переворачивание сыров	Обеспечить нормальный уход за сырами при посолке и созревании
	Парафинирование сыра со слабой или слизистой коркой Развитие гнилостной микрофлоры на поверхности сыра	Парафинировать сыры только после наведения нормальной корки
Трещины на поверхности	Недостаточно эластичная и однородная корка Повышенная обсушка сырного зерна Интенсивная обсушка сыра в камерах созревания Излишняя кислотность сырной массы Плохое прессование сыров (пониженное давление) Повышенная концентрация соли в сырах	Не допускать потери клейкости сырным зерном во время обработки. Не допускать сквозняков при обсушке сыров после посолки. Относительная влажность воздуха должна быть не ниже 80%. Использовать при созревании сыров полимерные пленки, белковое покрытие с сорбиновой кислотой и др. покрытия
Деформированные сыры	Плохая разрезка сырного пласта Плохое прессование сыров	Следить за требованиями технологических инструкций
	Посолка сыров разных выработок в одной секции Слишком высокая температура и относительная влажность воздуха в камерах для созревания	Посолку производить в контейнерах

Окончание

Порок	Причины возникновения	Меры по предупреждению и устранению
	Пороки внешнего вида	
Осыпающийся парафиновый слой	Парафинирование сыров с недостаточно наведенной коркой Парафинирование сыров с тонкой коркой Парафинирование холодных сыров	Парафинировать сыры с нормальной коркой
	Низкая температура парафинополимерных сплавов	Температура парафинируемых сыров должна быть выше +10 °С. Температура парафинополимерных сплавов должна быть оптимальной
	Пороки цвета теста	
Белые пятна в сырной массе	Запрессовка сыворотки в сырную массу из-за неоднородной обработки сырного зерна Плохо размешанная закваска	Закваску перед внесением в смесь фильтровать. Хорошо перемешать ее с молоком
	Повышенное давление в начале прессования	Соблюдать режимы прессования
Мраморность сырной массы	Примесь маститного молока Некачественная частичная посолка сырного зерна Попадание зерна предыдущих варок в пласт	Не допускать смешивания зерна различных варок. Соблюдать режимы посолки сыра. Не допускать попадания в смесь маститного молока

Глава 33. Плавленые сыры

Общие сведения о плавленых сырах и применяемом сырье

Плавленый сыр представляет собой пищевой продукт, вырабатываемый из различных видов сыров, масла, творога, консервов и других молочных продуктов с вкусовыми наполнителями и специями или без них путем тепловой обработки смеси с добавлением специальных солей-плавителей. Плавленые сыры могут вырабатываться из смеси, образованной только из молочного сырья, а также с использованием белковых и жировых компонентов немолочного происхождения.

Если по рецептуре немолочное сырье составляет 50% молочного белка или молочного жира, то следует считать, что мы имеем дело с молочно-растительным продуктом комбинированного состава. Когда эта замена превышает 50%, следует отнести плавленый сыр к растительно-молочным продуктам. В настоящее время продуктов такого типа нет, но это не исключает возможности их получения в будущем.

В производстве плавленых сыров используются все виды натуральных сычужных сыров. Кроме них применяются специальные виды сыров для плавления. Они бывают жирные и обезжиренные.

Нежирные сыры для плавления изготовляются из обезжиренного молока с использованием в смеси до 20% пахты, а жирные – из смеси цельного и обезжиренного молока, а также с использованием до 10–15% пахты. К нежирным сырам для плавления относят сыры типа голландского брускового, костромского, российского, сыр ускоренного созревания, сыр без созревания типа голландского брускового.

Особенности технологии сыров этой группы заключаются в обеспечении выработки их с более повышенным содержанием влаги, чем у жирных сыров. Достигается это применением следующих технологических параметров: повышенная кислотность молока перед свертыванием, низкая температура и меньшая продолжительность свертывания молока, меньшая степень дробления сгустка и сырного зерна и меньшая продолжительность обработки и обсушки сырной массы. В готовом обезжиренном сыре 30-суточного возраста содержание влаги достигает 55–58%, содержание поваренной соли – 2–3%, активная кислотность – pH 5,2–5,3.

Обезжиренный сыр ускоренного созревания вырабатывается с чеддеризацией сырной массы. Ее проводят в течение 1–1,5 ч до pH 5,1–5,2. По окончании чеддеризации сырную массу режут на куски и дробят в волчке. Дробленная масса поступает в смеситель (фаршемешалку); туда

же вносят из расчета на 100 кг сырной массы 2–2,5 кг поваренной соли и 3–3,5 кг двузамещенного фосфорнокислого натрия, растворенных в 12–14 кг воды, предварительно пастеризованной и охлажденной до 55–60 °С. После формования сыр созревает при температуре 18–20 °С в течение 15 суток.

К жирным сырам для плавления относятся сыры типа российского 30 и 40% жирности, сырная масса чеддеризованная 30% жирности, сырная масса ускоренного созревания 40% жирности, сыр без созревания и без посолки типа голландского 40% жирности. Для переработки не допускаются сыры, брынза и другие молочные продукты с прогорклым, тухлым, гинлостным, резко выраженным салистым и плесневелым вкусом и запахом, с запахом нефтепродуктов, химикатов и с посторонними включениями, а также сухое обезжиренное молоко пленочной сушки с наличием заметных пригорелых частиц. К основному сырью также относится растительное масло, гидрогенизированные жиры и маргарин.

В производстве плавленых сыров применяются вкусовые наполнители – соль поваренная пищевая, сахар-песок, какао-порошок, кофе натуральный, колбасы сырокопченые и полукопченые, окорока свиные, сельди холодного копчения, консервы рыбные, паста белковая «Океан», томат-паста, лук репчатый, лук зеленый, грибы белые и шампиньоны, орехи, мед натуральный, фруктовые соки, эссенции, изюм и др. Также используются специи и пряности – ванилин, перец (черный, душистый, красный, сладкий консервный), петрушка, тригонелла, горчица, тмин, кардамон, гвоздика, лавровый лист, укроп, укропное масло, сельдерей, мускатный орех, чеснок и др.

В производстве плавленых сыров в качестве солей-плавителей применяют соли лимонной кислоты, ортофосфаты и конденсированные фосфаты. Также в качестве вспомогательных материалов используют сорбиновую кислоту, антибиотик низин, коптильный препарат, агар, агароид, желатин.

Во ВНИИМС разработана современная классификация плавленых сыров, которая предусматривает два подхода к их разделению по группам (Н. П. Захарова). Первый (технологический) основан на системном анализе процесса производства с целью определения основных операций, играющих главную роль в формировании видовых показателей. Второй подход (товароведческий) базируется на результатах исследований физико-химических и органолептических показателей.

Согласно технологической классификации выделено пять видовых групп плавленых сыров:

– сыры плавленые;

– сыры плавленые сладкие;

– сыры плавленые копченые;
– сыры плавленые пастеризованные;
– сыры плавленые сухие.

При этом составление смеси рассматривается как технологическая операция, приводящая к образованию видовых подгрупп. Необходимо различать комбинированные плавленые сыры и сыры с наполнителями. В первых из них немолочные компоненты заменяют сыры молочного происхождения. Во втором случае такой замены нет, поскольку вкусовые наполнители придают продукту специфические оттенки вкуса и запаха. Они при расчете рецептуры не учитываются.

Каждую из пяти вышеуказанных видовых групп можно разделить на четыре видовые подгруппы:

– на основе молочного сырья без вкусовых наполнителей;
– на основе молочного сырья с вкусовыми наполнителями;
– с включением компонентов немолочного происхождения (комбинированные) без вкусовых наполнителей;
– с включением компонентов немолочного происхождения (комбинированные) с вкусовыми наполнителями.

По товароведческой классификации выделены четыре видовые группы:

– сыры плавленые ломтевые;
– сыры плавленые пастообразные;
– сыры плавленые сладкие;
– сыры плавленые сухие.

Технологический процесс изготовления плавленых сыров состоит из следующих операций: подбор сырья и его обработка, дробление сырья, составление сырной смеси, созревание сырной массы, плавление, фасование сыра, охлаждение и хранение.

Плавленые сыры отличаются повышенной усвояемостью всех основных компонентов. Поскольку растворимость белков увеличивается в 2–3 раза под действием солей-плавителей, они усваиваются лучше в сравнении с натуральными сырами.

Жир в плавленом сыре находится в виде эмульсии с размером отдельных жировых микрозерен 11–12 мкм, а в гомогенизированных сырах – до 4 мкм. Таким образом, плавленый сыр обладает повышенной дисперсностью жира и поэтому жировая фракция сыра также легко усваивается. Кальций и фосфор находятся соотношении 1:1, близком к оптимальному (1:1,5). В натуральных сырах содержание кальция превышает содержание фосфора, поэтому эти компоненты усваиваются хуже, чем в плавленом сыре. Плавленые сыры содержат все необходимые в питании микроэлементы: цинк, медь, марганец, йод и кобальт.

Рецептуры плавленых сыров легко подвергаются регулированию, поэтому представляется возможным менять их в сторону повышения пищевой и биологической ценности. Добавлением концентратов сывороточных белков можно регулировать количество незаменимых аминокислот, введением растительных жиров – получить оптимальное соотношение жирных кислот. Также можно регулировать состав витаминов и микроэлементов. Эта особенность производства плавленых сыров наряду с более высокой усвояемостью белков, жиров и минеральных веществ дает плавленому сыру целый ряд преимуществ по сравнению с натуральными сырами.

Составление сырной массы

Сырье подбирают по рецептуре в зависимости от вида готового продукта. Сыры всех видов подбирают *по зрелости и кислотности*. Незрелые и сыры с повышенной кислотностью плохо плавятся. Наилучшие результаты получаются при переработке сыров средней зрелости, т.е. содержащих 20–30% растворимых форм азота и имеющих pH 5,3–5,8. Для каждой группы сыров рекомендуется оптимальное значение pH: для сыров типа швейцарского – 5,5–5,7, типа голландского – 5,25–5,4, российского и чеддера – 5,25–5,35, литовского – 5,3–5,5, каунасского – 5,5–5,7, сыра рокфор – 5,7–5,8, мягких сыров – 5,5–5,8, жирного сыра для плавления типа российского – 5,0–5,6, быстросозревающего сыра – 5,6–5,8. При отсутствии сырья требуемой зрелости подбирают молодые и перезрелые сыры с таким расчетом, чтобы их смесь по степени зрелости соответствовала вышеуказанным показателям. Пороки корки сыров (трещины, повреждения, осповидная плесень и пр.) при подготовке сырья устраняются. Пороки консистенции сырного теста – самокол и крошливость – при правильном подборе сырья для смеси и солей-плавителей не влияют на качество плавленого сыра.

При подборе сырья надо обращать внимание на степень выраженности вкуса исходного сырья, так как при плавлении она снижается. Не используют сырье, имеющее пороки вкуса и запаха, с посторонними включениями, с наличием заметных пригорелых частиц, так как они могут перейти в готовый продукт.

Сыры, подлежащие плавлению, нужно освободить от покрытий, зачистить поврежденные места корки, удалить казеиновые цифры, толстую корку срезать и обработать отдельно. Парафин удаляют на специальных машинах горячей водой 90–95 °С. Все сыры для плавления моют в моечных машинах водой температурой 40–50 °С.

Рассольные сыры, как правило, обессоливают вымачиванием их в течение10–15 ч в воде. Кислый творог нейтрализуют пищевой содой, су-

хие продукты просеивают, а жидкое молоко фильтруют. Рыбные, мясные и другие крупные наполнители измельчают, а специи моют, обрабатывают горячей водой. Перец, гвоздику, кардамон обдувают горячим воздухом и размалывают в тонкий порошок. Сыры разрезают на отдельные небольшие куски. После этого они поступают на волчок, а затем их растирают на вальцах. Такое тщательное измельчение способствует лучшему перемешиванию и плавлению, так как плавители равномерно распределяются в сырной смеси.

Вкус и консистенция плавленого сыра, стойкость его при хранении зависят от качества сырья, а также от физико-химических свойств и качества применяемых солей-плавителей (вид соли, ее доза, активная кислотность).

Для плавления сыра используют натриевые соли ортофосфорной кислоты (чаще двузамещенный фосфат натрия), соли лимонной кислоты (одно-, двух- и трехзамещенный цитрат натрия), конденсированные фосфаты (триполифосфат натрия, натрий пирофосфорнокислый трехзамещенный), соль Грахама (гексаметафосфат натрия), тетранатрийпирофосфат и другие, а также смеси этих солей.

Лимонокислые соли придают плавленому сыру приятный, слегка кисловатый вкус и в меру плотную, достаточно эластичную консистенцию. Повышенная активная кислотность создает неблагоприятные условия для жизнедеятельности газообразующих микроорганизмов, в результате чего плавленый сыр с применением этих солей более стоек при хранении.

Натрий фосфорнокислый двузамещенный (динатрийфосфат) обладает выраженными щелочными свойствами и обусловливает получение плавленого сыра с менее кислым вкусом (до щелочного). Консистенция сыра с применением натрия фосфорнокислого двузамещенного часто бывает часто недостаточно эластичной. Качество плавленого сыра улучшается при добавлении к нему натриевых солей лимонной кислоты.

Смесь триполифосфата натрия и натрия пирофосфорнокислого трехзамещенного (пищевого) позволяет получить продукт с чистым сырным вкусом и в меру плотной эластичной консистенцией.

Смесь тетранатрийпирофосфата и соли Грахама придает плавленому сыру кисловатый вкус, сохраняя выдержанность сырного вкуса и в меру плотную эластичную консистенцию.

Композиции солей-плавителей для разных сыров приведены в табл. 33.1.

Общее количество вводимых при плавлении солей не должно превышать 3%, фосфорнокислых солей – 2% в пересчете на безводную соль. Смесь фосфатов используют в виде 20–25%-ного водного раство-

33.1. Масса компонентов солей-плавителей, кг на 100 кг раствора

Соли-плавители	Компоненты смеси солей-плавителей	Сычужные сыры						Нежирные сыры типа плавленых		Смеси сыров для получения плавленых сыров		
		швейцарский		голландский		литовский						
		зрелый (pH 5,6–5,7)	неполной зрелости (pH 5,4–5,5)	зрелый (pH 5,3–5,4)	неполной зрелости (pH 5,1–5,2)	зрелый (pH 5,4–5,5)	неполной зрелости (pH 5,2–5,3)	зрелый (pH 5–5,1)	нежирные	pH 5,7–5,8	pH 5,6–5,7	pH 5,3–5,4
Натриевая соль лимонной кислоты (массовая доля безводной соли 58%)	Пищевая лимонная кислота	384	373	373	373	–	–	–	–	–	–	–
	Бикарбонат натрия (сода пищевая)	416	427	427	427	–	–	–	–	–	–	–
Смеси конденсированных фосфатов (массовая доля безводной соли 20%)	Триполифосфат	150	170	140	170	140	150	170	170	175	–	–
	Натрий пирофосфорнокислый трехзамещенный	83,3	50	100	50	100	83,3	50	125	–	–	
	Лимонная кислота	170	–	80	–	–	–	–	–	156	180	
Смеси лимоннокислых и фосфорнокислых солей (содержание безводной соли 18–20%)	Карбонат натрия (в порошке)	115	–	44	–	–	–	–	–	90	100	94
	Натрий пирофосфорнокислый четырехзамещенный	3	–	–	–	–	–	–	–	7	28	18
	Карбонат кальция	–	–	–	–	–	–	–	–	13	33	15
	Натрий фосфорнокислый двузамещенный безводный, содержащий P_2O_5 39,9%	12	–	40 –	–	–	–	–	–	20	–	–
	Соль поваренная	–	–	–	–	–	–	–	–	10	150	25
	Соль Грахама	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	10
	Натрий фосфорнокислый трехзамещенный	–	–	8	–	–	–	–	–	–	–	–

ра, динатрийфосфат – в виде кристаллогидрата. Цитрат натрия различной замещенности можно получить при смешивании водных растворов лимонной кислоты и пищевой соды. Цитрат калия используют в сухом виде. Чем выше содержание белков в сыре, тем больше должна быть доза соли. Ее увеличивают также при плавлении сырья с низкой зрелостью и высокой кислотностью.

Растворы солей-плавителей пастеризуют при температуре 80–90 °С или доводят до кипения. Чтобы избежать гидролиза солей, после нагревания раствора его немедленно охлаждают. При плавлении зрелых сыров созревание массы обычно не проводят.

Плавление, охлаждение и фасование сырной массы

При переработке незрелого, особенно нежирного сыра, допускается производить выдержку размельченной массы с солями-плавителями. Это способствует набуханию сырной массы, лучшему ее плавлению, снижает расход соли-плавителя, улучшает консистенцию плавленого сыра. Размолотую массу смешивают с рассчитанным количеством солей-плавителей (в сухом виде или в растворе), в случае необходимости добавляют воду, тщательно размешивают и оставляют для созревания при комнатной температуре до 24 ч.

Сырную массу плавят в специальных аппаратах. Нагрев сырной массы в них осуществляется теплоносителем через стенку емкости или путем непосредственного введения пара в сырную массу. Процесс плавления сырной массы является основной и наиболее важной операцией в производстве плавленых сыров. При плавлении сыра происходит взаимодействие солей-плавителей с мицеллами параказеинаткальцийфосфатного комплекса (ПККФК). На основе современных данных о структуре мицеллы ПККФК роль солей-плавителей состоит в связывании кальция и образовании параказеината натрия. Соли-плавители взаимодействуют в первую очередь со структурообразующим кальцием, который связывает отдельные мицеллы ПККФК между собой. В результате происходит разрушение параказеинового геля на отдельные мицеллы, что повышает их растворимость. Затем происходит разрушение крупных мицелл ПККФК со снижением их массы примерно в 20 раз, в результате образуется теплоустойчивый высококонцентрированный коллоидный раствор параказеината натрия.

Температуру плавления сырной массы, продолжительность нагревания и выдержки нагретой сырной массы устанавливают с учетом применяемого исходного сырья, степени его зрелости и вида соли-плавителя. При этом принимают во внимание также вид выпускаемой продукции. Сыр начинает плавиться при температуре 45–50 °С. Во время плав-

ления смесь размягчается, становится текучей и полностью расплавляется. Температуру плавления устанавливают в зависимости от свойств массы. Молодой сыр вследствие повышенной вязкости нагревают до более высокой температуры, чем зрелый. Если плавленому сыру надо придать слегка мажущуюся консистенцию, то температуру плавления также повышают. Мягкие сыры плавят при более низкой температуре. Обычно температура плавления колеблется в пределах 75–95 °С.

Продолжительность плавления при температуре 75–80 °С составляет 15–20 мин, что способствует получению однородной сырной массы без включения нерасплавившихся частиц сыра. Продолжительность плавления до более высоких температур (особенно 90 и 95 °С), наоборот, должна быть менее длительной – от 10 до 12 мин.

Окончание процесса плавления определяют по состоянию массы, которая становится однородной и достаточно текучей, а также не имеет нерасплавившихся частиц сыра. Плохое стекание массы со стенок котла и мешалки является признаком недостатка солей-плавителей или неправильного режима плавления.

В целях улучшения эмульгирования жира и получения более тонкой консистенции пастообразных и сладких плавленых сыров можно применять гомогенизацию. Ее проводят непосредственно после плавления при давлении 9,8–14,7 МПа и температуре 75–80 °С. Применение гомогенизации для ломтевых сыров нецелесообразно вследствие значительного уплотнения структуры, выраженного в получении грубой резинистой консистенции.

Для предохранения плавленых сыров от плесневения при обильном обсеменении сырья спорами плесеней целесообразно использовать сорбиновую кислоту, которая является фунгицидным веществом. Сорбиновую кислоту вносят в конце плавления из расчета 0,1% к общей массе компонентов, предварительно размешав ее в небольшом количестве воды.

Для предохранения плавленых сыров, особенно пастообразных, от возможности вспучивания при большой обсемененности сырья маслянокислыми бактериями рекомендуется использовать низин. Низин – антибиотик, образуемый некоторыми штаммами *S. lactis*. По химическому составу низин – полипептид. В плавленый сыр препарат низина вносят из расчета 1,5 г на 10 кг готового продукта. Низин вносят в сухом виде непосредственно в смесь перед плавлением.

Немедленно после плавления, иначе может произойти загустевание, расплавленную сырную массу направляют на фасование. Сыр фасуют в брикеты из алюминиевой лакированной фольги, тубы из полимерных материалов и в алюминиевые, металлические лакированные и

стеклянные банки, стаканчики из полимерных материалов, полимерные пленки и другие виды упаковки.

Расфасованные плавленые сыры сразу же подвергают охлаждению. Способы охлаждения могут быть различными: в специальных остывочных помещениях на стеллажах или тележках при температуре воздуха от 6 °С до минус 4 °С, в охладителях тоннельного или ленточного типа. Длительность охлаждения – от 30 мин до 12–14 ч.

Упакованный сыр хранят на складах, торговых базах и холодильниках при температуре от минус 3 до 0 °С и от 0 до 4 °С и относительной влажности воздуха соответственно 85–90% и 80–85%.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к качеству молока в сыроделии?
2. Из каких технологических операций состоит технологическая схема производства сыров?
3. Какие принципы лежат в основе подбора заквасок для производства различных видов сыров?
4. Каковы технологические параметры получения сычужного сгустка?
5. Как характеризуется сычужный сгусток для различных сыров?
6. В чем состоят отличительные особенности формования различных видов сыров?
7. Как проводят посолку сыра?
8. Какие биохимические процессы происходят при созревании сыра и как изменяются компоненты молока?
9. Как приготовляют рассольные сыры?
10. Как вырабатывают плавленые сыры?
11. Какие вы знаете основные пороки вкуса и запаха сыров?
12. Какие вы знаете пороки рисунка и консистенции сыров?

Раздел V. ПРОДУКТЫ ИЗ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА, ПАХТЫ И МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Глава 34. Основы создания безотходных производств

Производство молока сопряжено со значительными затратами, поэтому бережное и рациональное использование всех его частей составляет важную народнохозяйственную проблему. В то же время традиционная технология сыров предусматривает переход в готовый продукт лишь половины сухих веществ, содержащихся в исходном молочном сырье. Другая половина остается в молочной сыворотке.

Технология другого массового продукта переработки молока – сливочного масла – традиционно нацеливает на использование лишь жировой части, оставляя другие компоненты в обезжиренном молоке и пахте. Не все питательные вещества молока переходят в конечный продукт и при производстве творога и творожных изделий, сметаны. Полностью все составные части молока используются лишь при производстве цельномолочных продуктов и молочных консервов. Исключение составляют лишь потери, допустимые размеры которых определяются техническими и экономическими возможностями, имеющимися в распоряжении отрасли и промышленности в целом.

Поскольку в состав сыров и сливочного масла традиционного ассортимента входят лишь некоторые компоненты молока, технология их получения не может в принципе быть безотходной. Однако при одновременном использовании комплекса технологий по выпуску определенного ассортимента продуктов производство может и должно быть безотходным. Для организации такого производства необходимо соблюдать ряд правил.

Одно из них заключается в том, что *нельзя разрабатывать изолированно технологию какого-либо нового молочного продукта*. Необходимо создавать одновременно комплекс технологий нескольких продуктов, обеспечивающих переработку всех составных частей молока без образования отходов.

Согласно другому правилу *новый комплекс технологий должен обладать определенной гибкостью*, допуская применение альтернативных технологических процессов и варьирование ассортимента готовой продукции. Продукты дополнительного ассортимента обычно не имеют такого устойчивого сбыта, как основная продукция (масло, сыр, творог, кефир и т. д.). Многовариантность технологических решений помогает сглаживать этот недостаток. Ниже приведены основные варианты пере-

работки семи различных видов молочного сырья, при которых обеспечивается полное использование всех компонентов молока на маслодельных, сыродельных и городских молочных заводах.

Молоко
- сливки + *обезжиренное молоко*
- сыр, творог + сыворотка

Сливки
- сметана
- масло сливочное + *пахта*

Пахта
- сухая пахта
- цельномолочная продукция
- сыр, полуфабрикат для плавления + *сыворотка*

Обезжиренное молоко
- сухое обезжиренное молоко
- сгущенное обезжиренное молоко с сахаром
- цельномолочная продукция
- сыр нежирный + *сыворотка*

Сыворотка
- лактоза + концентрат сывороточных белков
- концентраты сывороточные
- концентрат сывороточных белков+фильтрат сывороточный

Концентраты сывороточных белков
- сухие концентраты
- цельномолочная продукция
- пасты, кремы

Фильтрат сывороточный
- глюкозо-галактозный сироп
- концентраты для напитков
- лактоза

Третье правило требует наряду с безотходностью *обеспечения минимальных затрат труда, энергии, материалов, единовременных (капитальных) и текущих финансовых средств.* Еще одно правило создания безотходных производств нацеливает на максимальное использование накопленного на предприятии технического и кадрового потенциала.

Основная цель организации безотходного производства – максимальное привлечение всех макро- и микрокомпонентов молока для изготовления полезной продукции. Уровни достижения этой цели для отдельных составных частей молока, как правило, различны. Для определения этих уровней существуют различные методы оценки.

По одному из них рассчитывается стоимость продукции, изготовленной из 1 т молочного сырья. Показатель этот по своей природе интегральный, суммирующий, однако в наибольшей мере зависит от цен на молоко, установленных для расчетов по себестоимости продукции.

При другом методе оценивается вначале степень использования каждого из компонентов молока, а затем, в случае необходимости, приводится обобщающая оценка уровня использования нескольких компонентов.

Существует также метод оценки эффективности использования составных частей молока по сухим веществам. Этот способ позволяет проводить сравнение по использованию как отдельных компонентов, так и суммы нескольких, например белков и жира. К недостаткам такого сравнения относится равномерное влияние на обобщающую оценку составных частей с различной биологической и питательной ценностью, например сывороточных белков и казеина, жира и лактозы и т. д.

Аналогично последнему методу может быть проведена оценка использования по энергетической ценности каждого компонента молока.

Уменьшения уровня отходов на действующем производстве можно добиться за счет внедрения прогрессивной техники и передовых биоинженерных технологий. При этом одновременно, как правило, достигается экономия энергетических и других ресурсов.

Более сложной, чем рациональное использование отходов, является проблема снижения потерь. Дело в том, что по мере приближения размера потерь к нулю экспоненциально возрастают затраты на производство. Последние десятые доли процента потерь требуют, как правило, для своего устранения затрат материальных финансовых и трудовых ресурсов в размерах, в несколько раз превышающих стоимость потерь. Поэтому целесообразно говорить об оправданных с технической и экономической стороны потерях.

Тем не менее научно-технический прогресс должен обеспечить неуклонное снижение уровня фактических потерь. С этой целью необходимо соблюдать некоторые правила. Одно из них заключается в том, что новый технологический процесс или новое оборудование может получить право на внедрение, только если они обеспечивают уменьшение потерь белка, лактозы и других компонентов молока. Другое состоит в том, что каждый технологический процесс на производстве должен быть проанализирован с точки зрения поиска путей минимизации потерь всех компонентов молока. Еще одно правило требует установки недорогих и надежных приборов учета, в первую очередь, на тех участках производства молочных продуктов, на которых абсолютные и относительные размеры потерь превышают их средний размер по всему технологическому циклу.

Характеристика вторичного сырья. Обезжиренное молоко, пахта, сыворотка являются ценным молочным белково-углеводным сырьем.

Ресурсы его составляют около 70% от объемов перерабатываемого молока, что в России ежегодно равно 15–20 млн. т.

При переработке цельного молока в обезжиренное молоко переходит сухих веществ в среднем 70,4%, в пахту – 72,8 и сыворотку – 52%. В обезжиренное молоко и пахту практически попадает весь белковый, углеводный и минеральный комплекс молока с присущими плазме витаминами, ферментами и до 15% молочного жира. В молочную сыворотку переходят углеводы, сывороточные белки, минеральные соли, водорастворимые витамины, ферменты. В табл. 34.1 дан средний химический состав вторичного молочного сырья.

Содержание водорастворимых витаминов во вторичном молочном сырье практически такое же, как в молоке, а жирорастворимых (A, D, E) значительно меньше, в связи с низким содержанием жира (табл. 34.2).

Ферменты во вторичном молочном сырье сохраняются, если отсутствовала тепловая обработка. При температуре выше 75 °С большая часть ферментов разрушается.

34.1. Химический состав вторичного молочного сырья, %

Компоненты	Цельное молоко	Обезжиренное молоко	Пахта	Молочная сыворотка
Молочный жир	3,7	0,05	0,5	0,2
Белки	3,3	3,3	3,3	0,9
Лактоза	4,8	4,8	4,7	4,8
Минеральные соли	0,7	0,75	0,7	0,6
Сухое вещество	12,5	8,9	9,1	6,5

34.2. Содержание витаминов, мг/кг

Витамины	Обезжиренное молоко	Пахта	Молочная сыворотка
Тиамин (B_1)	0,32 – 0,45	0,36	0,37 – 0,45
Рибофлавин (B_2)	1,1 – 1,8	1,9 – 2,2	1,8 – 2,5
Пиридоксин (B_6)	1,3 – 1,6	1,4 – 1,7	1,2 – 1,5
Аскорбиновая кислота (С)	2,3 – 3,5	1,7	4,7
Кобаламин (B_{12})	2,2 – 2,9	2,2 – 2,9	2,2 –2,9
Ретинол (А)	0,02 – 0,03	0,05 – 0,08	0,02 –0,04
Токоферол (Е)	0,29 – 0,5	0,38 – 0,55	0,2 – 0,29
Филлохинон (К)	0,07	0,07	0,04
Биотин (Н)	0,01	0,01	0,01

Энергетическая ценность вторичного молочного сырья ниже в сравнении с молоком и определяется входящими в его состав компонентами (табл. 34.3).

Обезжиренное молоко. При сепарировании молоко разделяется на сливки и обезжиренное молоко. При получении сливок средней жирности (28–38%) в обезжиренное молоко отходит жира от 0,03 до 0,05%, а при получении высокожирных сливок – 0,5%. Поэтому плотность обезжиренного молока повышена и составляет 1,030–1,035 кг/м^3, вязкость – от 1,71 до 1,75 мПа · с.

В обезжиренное молоко преимущественно отходят жировые шарики диаметром 1,0–2,0 мкм. Состав и свойства обезжиренного молока зависят от времени года, периода лактации, условий кормления и содержания коров, а также от оборудования, используемого при сепарировании молока. Содержание сухих веществ в обезжиренном молоке может колебаться от 8,2 до 9,5%.

Белок обезжиренного молока почти не содержит белков оболочек жировых шариков. Лишь при получении высокожирных сливок происходят минимальные разрушения оболочек жировых шариков. Тогда в состав белка обезжиренного молока попадает незначительное количество белка оболочек жировых шариков.

Белок обезжиренного молока обладает большей биологической ценностью по сравнению с белком цельного молока. В нем значительно повышено содержание всех незаменимых и заменимых аминокислот. Так, в 100 г сухого цельного молока содержится 9816 мг незаменимых аминокислот, а в сухом обезжиренном молоке – 14237 мг. Особенно увеличено содержание лейцина (на 1119 мг), лизина (на 709 мг), изолейцина (на 607 мг), фенилаланина (на 565 мг), валина (на 543 мг), треонина (на 529 мг). Содержание заменимых аминокислот в 100 г сухого обезжиренного молока составляет 23836 мг, а в сухом цельном – 16353 мг. Наиболее увеличо содержание глутаминовой кислоты (на 2501 мг), пролина (на 1362 мг), аланина (на 379 мг) и серина (на 122 мг).

В твороге из обезжиренного молока почти в полтора раза больше аминокислот антиатеросклеротического направления (метионина, лизина, лейцина, изолейцина и др.), чем из цельного. Важно также низкое со-

34.3. Энергетическая ценность 1 кг вторичного сырья, кДж

Вторичное сырье	Энергетическая ценность
Цельное молоко	2805
Обезжиренное молоко	1440
Пахта	1599
Молочная сыворотка	1013

держание молочного жира в обезжиренном молоке и изготовленных из него продуктах.

В обезжиренном молоке по сравнению с цельным молоком содержится больше холина на (29 мг/100 г), обладающего липотропным антиатеросклеротическим воздействием на организм человека.

Таким образом, обезжиренное молоко и изготовленные из него молочные продукты обладают значительно более высокой биологической и диетической ценностью по сравнению с цельным молоком и его молочными продуктами.

Обезжиренное молоко и молочные продукты на его основе могут использоваться для диетического питания всех возрастных и профессиональных групп населения. Особенно они рекомендуются для профилактики и лечения атеросклероза, подагры, гипертонии, ожирения.

Пахта выделяется из сливок при получении сливочного масла. Химический состав ее зависит от метода выработки масла: сбиванием сливок в маслоизготовителях периодического и непрерывного метода либо преобразованием высокожирных сливок (табл. 34.4).

Пахта, полученная при выработке кислосливочного и сладкосливочного масла, также имеет отличия.

Сбивание сквашенных сливок проходит полнее, быстрее и с меньшим отходом жира в пахту (0,2–0,3%).

Большей биологической ценностью обладает пахта, полученная при выработке сливочного масла методом сбивания, особенно кислосливочного.

При сбивании сливок оболочки жировых шариков, обогащенные большим содержанием фосфолипидов, разрушаются и отходят в пахту. В пахту переходит до 75% фосфолипидов, которые обладают выраженными биологическими свойствами (табл. 34.5).

Фосфолипиды участвуют в нормализации жирового и холестеринового обмена, входят в состав тканей, крови и мембранных систем клеток, активизируют работу ферментов.

34.4. Содержание компонентов в пахте, %

Компоненты	Метод сбивания сливок		Метод преобразования высокожирных сливок
	периодический	непрерывный	
Молочный жир	0,4	0,7	0,5
Белок	3,2	3,2	2,9
Лактоза	4,7	4,7	4,8
Минеральные соли	0,7	0,7	0,6
Сухое вещество	9,1	9,1	8,8

34.5. Содержание фосфолипидов и холестерина в масле и пахте, полученных при различных способах приготовления масла, мг/100 г

Продукты	Фосфолипиды	Холестерин
Сливки	180,5	101,7
Сливочное масло/пахта при:		
периодическом сбивании	96,18/210,00	162/39
непрерывном сбивании	88,32/185,80	173,5/23
преобразовании высокожирных сливок	216/150	160,3/20,3

Особенно ценно, что лецитин в пахте присутствует в наиболее активной форме за счет связи с белком. Пахта содержит минимальное количество холестерина. В пахту отходят очень мелкие жировые шарики диаметром до 1,0 мкм, в них повышено содержание легкоплавких короткоцепочных и эссенциальных ненасыщенных жирных кислот. Пахта и молочные продукты на ее основе обладают высокой биологической ценностью и рекомендуются для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, нарушения обмена веществ, ожирения. Особенно полезны для людей пожилого возраста.

Кислотность пахты при производстве сладкосливочного масла – 20 °Т, а при получении кислосливочного масла – 50 °Т.

Плотность пахты составляет, кг/м^3: при использовании периодического метода сбивания сливок – 1,020–1,035, непрерывного – от 1,030 до 1,035 и метода преобразования высокожирных сливок – от 1,029 до 1,033.

Молочная сыворотка является побочным продуктом производства сыров, творога и казеина. При этом в молочную сыворотку переходит около 50% сухих веществ молока. Основным компонентом в молочной сыворотке является лактоза, ее содержание в сухом веществе 70–75%.

Степень перехода основных компонентов молока в сыворотку главным образом определяется размером их частиц (табл. 34.6).

Химический состав молочной сыворотки изменяется в зависимости от вида основного продукта из молока (табл. 34.7).

В творожной и в казеиновой сыворотке лактозы немного меньше, чем в подсырной, за счет сбраживания в молочную кислоту, что обусловливает и их повышенную кислотность.

Молочный жир в сыворотке преимущественно представлен мелкими жировыми шариками, диаметром менее 2 мкм.

В сыворотку почти целиком переходят из молока сывороточные белки и небольшое количество казеина. Сывороточные белки имеют повышенную биологическую ценность по сравнению с казеином. Они оптимально сбалансированы по аминокислотному набору, особенно цен-

34.6. Размеры частиц основных компонентов молока и степень их перехода с сыворотку

Компоненты	Размер частиц, нм	Степень перехода компонентов в сыворотку, %
Молочный жир	1000 – 5000	6,3 – 12,4
Белок:		
казеин	100 – 200	21,4 – 25,1
альбумин	15 – 50	91 – 100
глобулин	25 – 50	90 – 100
Лактоза	1 – 1,5	88 – 99,3
Минеральные соли	0,2 – 2	61,8 – 88,5
Сухие вещества	–	49,2 – 50,7

34.7. Химический состав сыворотки, полученной при производстве различных молочных продуктов

Показатели	Молочная сыворотка		
	подсырная	казеиновая	творожная
Сухое вещество, %	4,5 – 7,2	4,2 – 7,4	4,5 – 7,5
В том числе:			
молочный жир	0,05 – 0,5	0,05 – 0,4	0,02 – 0,1
белок	0,5 – 1,1	0,5 – 1,4	0,5 – 1,5
лактоза	3,9 – 4,9	3,2 – 5,1	3,5 – 5,2
минеральные соли	0,3 – 0,8	0,5 – 0,8	0,3 – 0,9
Кислотность, °Т	15 – 25	50 – 85	50 – 120
Плотность, кг/м^3	1018 – 1027	1019 – 1026	1020 – 1025

ны серосодержащие – цистин, метионин, способствующие регенерации белков печени, гемоглобина и белков плазмы крови.

В состав углеводов сыворотки входят: моносахара (глюкоза); олигосахара (лактоза, лактулоза), серологически активные сахара, близкие к составу крови; аминосахара (нейраминовая и сиаловая кислоты, кетопентоза). Лактоза, имея замедленный гидролиз по сравнению с другими дисахаридами, проходит весь кишечник, являясь субстратом для питания полезной микрофлоры, и нормализует ее жизнедеятельность. В результате в кишечнике замедляются гнилостные процессы, газообразование и всасывание токсинов гнилостных процессов.

О целебных свойствах сыворотки известно издавна. Продукты из сыворотки являются лечебными в питании пожилых людей и людей с избыточным весом.

Глава 35. Напитки

Напитки из обезжиренного молока

Обезжиренное молоко с кислотностью не выше 19 °Т используют для производства нежирного молока – витаминизированного, белкового, топлёного, с наполнителями (какао и кофе и др.). Эти виды нежирного молока вырабатывают по той же технологии, что и соответствующие виды цельного пастеризованного молока.

Из обезжиренного молока в настоящеее время вырабатываются нежирные кисломолочные напитки, такие как кефир (в том числе «Таллинский»), айран, простокваша, ацидофильные напитки, йогурт, «Снежок», мацун, «Молодость», «Московский», «Любительский», «Русский» и т. д. Традиционные кисломолочные напитки (кефир, простокваша, йогурт) изготовляются по той же технологии, что и из цельного молока.

Разработана технология молочно-прохладительных напитков, которая состоит в смешивании обезжиренного молока с соками – яблочным, виноградным, абрикосовым, земляничным в соотношении 2,5:1 и вишневым в соотношении 3,4:1. При условии содержания в готовой смеси 9% сахара можно получить напитки со стабильной консистенцией и приятными вкусовыми свойствами. Для получения пенистой консистенции добавляют 0,1% пенообразователя метилцеллюлозы.

Напитки имеют сладко-кислый вкус с привкусом и ароматом добавляемых соков.

Также разработан напиток из обезжиренного молока с концентратом морковного сока и микробиологического каротина.

Напиток «Молодость» вырабатывают из обезжиренного и сухого молока без сахара (сухих веществ не менее 9,5%) и с сахаром (сахара 5, сухих веществ не менее 14%). Молочную смесь пастеризуют при температуре 95–99 °С с выдержкой при этой температуре в течение 2–3 ч до побурения, охлаждают до 40–43 °С, сквашивают чистыми культурами термофильного молочнокислого стрептококка и болгарской палочки при термостатном методе до 75, резервуарном – 85 °Т. Сквашенный в резервуарах продукт охлаждают при перемешивании до 20–25 °С, разливают в бутылки и направляют в холодильные камеры (6–8 °С). Готовый продукт имеет привкус топленого молока, сметанообразную консистенцию, кислотность 100–130 °Т.

Напитки «Коломенский» и «Юбилейный» вырабатывают из обезжиренного или нормализованного молока с добавлением и без добавления сахара, плодово-ягодных сиропов, витамина С, путем сквашивания закваской: первый – болгарской палочки и ароматообразующего молочнокислого стрептококка, второй – термофильных и мезофильных стреп-

тококков. «Коломенский» выпускают с массовой долей жира 1,0 и 2,5%, а «Юбилейный» 3,2%, кислотностью 20–120 °Т.

Напиток «Любительский» вырабатывают из обезжиренного молока, закваска на термофильных и мезофильных стептококках. В остальном он схож с напитком «Юбилейный».

Напиток «Русский» вырабатывают из смеси нормализованного молока и казеината натрия с добавлением или без добавления плодово-ягодного сиропа путем сквашивания закваской из молочнокислых стептококков. Смесь гомогенизируют и пастеризуют при режимах, принятых в производстве йогурта. Сквашивание проводят чистыми культурами молочнокислых стрептококков при 37 °С в течение 4–6 ч. Кислотность готового продукта – 80–120 °Т.

Напитки из пахты

Из пахты, получаемой при производстве сладкосливочного масла, производят свежие напитки. Технологические режимы выработки и сроки реализации напитков из пахты идентичны таковым из цельного пастеризованного молока. Продукты фасуют в стеклянные бутылки вместимостью 0,5 л, бумажные пакеты и полиэтиленовые мешки.

Свежая пахта обладает всеми свойствами свежеполученной пахты: массовая доля жира в ней 0,5%, СОМО – 8%, кислотность – не выше 21 °Т.

Пахту «Идеал» пастеризованную изготовляют с массовой долей жира 1%, сухих веществ – 9,5%, с кислотностью не выше 21°Т. Для улучшения вкуса и консистенции пахты рекомендуется ее гомогенизировать при 10–15 МПа и температуре 65–75 °С или при температуре пастеризации.

Пахту «Российскую» вырабатывают из свежей сладкой пахты. Вкус продукта должен быть чистым, свойственным свежей пахте, с выраженным привкусом пастеризации, без посторонних привкусов и запахов, консистенция однородная, в меру вязкая, без крупинок жира. Продукт имеет массовую долю жира не менее 1%, СОМО – 8,5%, кислотность – не выше 21 °Т. Срок реализации при температуре хранения не выше 8 °С не должен превышать 24 ч с момента изготовления.

Пахту «Бодрость» выпускают повышенной жирности (не менее 3,2%), поэтому свежая пахта нормализуется по массовой доле жира свежими высококачественными сливками. После пастеризации смесь необходимо гомогенизировать при 55–65 °С и давлении 10–12,5 МПа. Продукт должен содержать СОМО не менее 8,1% и иметь кислотность не выше 21 °Т. Продукт имеет чистые, приятные вкус и запах, с привкусом пастеризации, однородную консистенцию. Срок реализации – не более 20 ч с момента выработки при температуре хранения не выше 8 °С.

Напиток «Любительский» получают из свежей пастеризованной пахты с добавлением сгущенной пахты и пастеризованных сливок. Продукт должен иметь массовую долю жира не менее 1%, СОМО – 11%, кислотность не более – 28 °Т. Нормализованную смесь желательно гомогенизировать при 12,5–17,5 МПа и температуре не ниже 55 °С.

Напиток «Кофейный» вырабатывают из свежей сладкой пахты с добавлением сахара и кофе. Продукт обладает приятным, в меру сладким, выраженным вкусом и запахом кофе. До смешения с пастеризованной пахтой готовят вытяжку кофе. Сухой кофе смешивают с водой в соотношении 1:3, кипятят в течение 5 мин и выдерживают 30 мин для экстрагирования кофе, фильтруют. Смесь пахты с вытяжкой кофе и сахаром пастеризуют при температуре 85–90 °С с выдержкой в течение 5–10 мин, охлаждают, фасуют. Готовый продукт должен содержать жира – не менее 0,4%, сухих веществ – не менее 15, в том числе сахара – 7, кофе – 2%; кислотность – не выше 2 °Т. Срок реализации продукта – не более 24 ч с момента выпуска.

Коктейль изготовляют из пахты кислосливочного масла с добавлением сгущенного обезжиренного молока, яблочного сока и сахара с последующим газированием диоксидом углерода. Коктейль должен иметь кислотность 80 °Т, сухих веществ – не менее 15% (в том числе СОМО – не менее 9, сахара – 5%); чистый кисломолочный вкус, выраженный аромат яблочного сока; однородную, пенящуюся консистенцию, белый цвет с кремовым оттенком, равномерный по всей массе.

Напиток «Дугоб» вырабатывают из обезжиренного молока или пахты, сквашенных закваской из мезофильных стрептококков и болгарской палочки. Напиток выпускают соленым (1% соли) и несоленым. Готовый продукт должен иметь чистые кисломолочные вкус и запах, однородную консистенцию с мелкими частицами белка, кислотность – 100–180 °Т.

Пахту сквашенную изготовляют путем сквашивания свежей пахты закваской из чистых культур молочнокислых стрептококков. Для улучшения консистенции пахту перед заквашиванием рекомендуется гомогенизировать при температуре 46–65 °С и давлении 10–15 МПа. Сквашивание производят при температуре 22–26 °С в течение 12–18 ч до кислотности 80– 90 °Т. Готовый продукт должен иметь массовую долю жира 1%, СОМО – 8,5%, кислотность – 85–120 °Т.

Напиток «Днепровский» практически аналогичен пахте сквашенной.

Имеется еще ряд кисломолочных напитков из пахты, сыворотки, сквашенных только молочнокислыми стрептококками или в сочетании с болгарской палочкой. Технологические параметры аналогичны применяемым при изготовлении различных видов простокваш из цельного молока.

Вильнюсская простокваша вырабатывается с добавлением к обезжиренному молоку сухого или сгущенного обезжиренного молока для пополнения СОМО до 11%.

Из обезжиренного молока вырабатывают мацун нежирный путем сквашивания закваской на термофильном стрептококке и мацунной палочке, почти подобный ему продукт «Тан» (сухих веществ 7%) с добавлением соли 1%; напиток «Зепюр», подобный «Тану», с массовой долей жира 1%, сухих веществ – 20, сахарозы – 10%.

Разработана технология ряда кисломолочных напитков из пахты: пахта «Идеал» – с массовой долей жира 1%, СОМО 8,5% на ацидофильной палочке и ароматообразующем стрептококке; напиток «Свежесть» – на чистых культурах ацидофильной палочки (10%), термофильного молочнокислого стрептококка (80%) и болгарской палочки (10%); напиток «Бельцкий» – на закваске из мезофильного стрептококка и ацидофильной палочки; напитки с плодово-ягодными наполнителями из пахты («Школьный»); смеси обезжиренного молока с пахтой («Вильнюс»); из сгущенной пахты и цельного молока – на закваске из мезофильного стрептококка («Новинка») и др.

Кисломолочные напитки с солодовым экстрактом: «Славянский», «Российский», «Здоровье» – вырабатывают из смеси нормализованного молока с солодовым экстрактом путем сквашивания. «Славянский» и «Российский» выпускают с добавлением плодово-ягодных сиропов, с долей жира 1,5%, сахарозы в плодово-ягодных сиропах – 6%, кислотностью 80–120 °Т. Солодовый экстракт получают ферментацией смеси солода, пшеничной муки и воды. Для этого смесь муки и солода с водой (по рецептуре) выдерживают с перемешиванием до 30–45 мин при температуре 45–47 °С, затем медленно нагревают до 58–62 °С и выдерживают при этой температуре до полного осахаривания крахмала в декстрин и мальтозу. Смесь очищают и вносят в нормализованное молоко в количестве 25% массы заквашиваемого молока, перемешивают, пастеризуют, гомогенизируют и охлаждают до температуры заквашивания: 33–37 °С – для напитка «Славянский», 36–40 – «Российский» и 26–30 °С – «Здоровье». Используют чистые культуры мезофильных и термофильных стрептококков – «Славянский»; болгарской палочки и термофильного стрептококка – «Российский»; кефирных грибков и ацидофильной палочки – «Здоровье». Сквашивание протекает около 4–6 ч, для напитка «Здоровье» дополнительно проводится созревание 4–6 ч при 12–16 °С.

Срок реализации не более 36 ч с момента выработки при температуре хранения не выше 8 °С.

Напитки из молочной сыворотки

Напитки вырабатывают из свежей сыворотки с сохранением всех ее составных частей как без добавления, так и с добавлением вкусовых и ароматических веществ. Разработана технология большого числа таких напитков. Для изготовления прохладительных напитков используют также свежую осветленную сыворотку после выделения из нее сывороточных белков тепловой коагуляцией или мембранными методами. Для изготовления прохладительных напитков широко пользуются гидролизованной сывороткой.

При изготовлении напитков из сыворотки ее фильтруют или сепарируют для освобождения от хлопьев белка, пастеризуют при 74–76 °С с выдержкой 15–20 с, чтобы вызвать коагуляцию сывороточных белков, охлаждают до 4–10 °С и фасуют в мелкую и крупную тару. Если напитки изготовляют с наполнителями, то перед фасованием их по рецептуре вносят в сыворотку.

Пастеризованную молочную сыворотку вырабатывают без наполнителей. Срок реализации не более 36 ч при температуре хранения не выше 8 °С.

Квас «Новый» производят из пастеризованной осветленной сыворотки с добавлением хлебного экстракта, сахара и хлебопекарных дрожжей. Сыворотку фильтруют, осветляют осаждением белков при температуре 95– 97 °С с выдержкой в течение 1–2 ч, охлаждают до 25 °С, отделяют от хлопьев белка, добавляют по рецептуре сахарный сироп, хлебный экстракт и дрожжевую закваску на сыворотке, которую предварительно смешивают с 2% сахара и выдерживают в течение 40–60 мин до появления на поверхности пены. Затем проводят брожение сыворотки при 25–30 °С в течение 14–16 ч, охлаждают до 6– 8 °С, разливают в тару. Готовый продукт – однородная темно-коричневая жидкость, допускается незначительный осадок; вкус кисло-сладкий, освежающий, с привкусом ржаного хлеба; кислотность – 80–90 °Т, плотность – не менее 11,5%, массовая доля спирта – 0,4–1%. Срок реализации не более 48 ч с момента выработки при температуре не более 8 °С.

Квас молочный вырабатывают аналогично квасу «Новому», дополнительно вводят раствор жженого сахара, растворенного в небольшом количестве сыворотки. После сквашивания проводят созревание напитка при 4–5 °С не менее 24 ч. Органолептические показатели готового кваса идентичны квасу «Новому». Массовая доля спирта – 0,4–1%, кислотность – 80–100 °Т, плотность – 11%.

Сывороточный напиток с томатным соком изготовляют из осветленной сыворотки, в которую при 15 °С вносят томатный сок с солью, перемешивают, охлаждают до 6–8 °С, разливают в стеклянные молоч-

ные бутылки емкостью 0,5 л и выдерживают при 8 °С в течение 5–6 ч для приобретения напитком требуемого аромата. После перемешивания готовый продукт – однородная, оранжевого цвета жидкость. Допускается расслоение, вкус кисловато-солоноватый с привкусом томата. Соли в продукте – 0,5%, томатного сока – 15%, кислотность – 50–70 °Т.

Напитки из свежей творожной сыворотки с добавлением и без добавления вкусовых и ароматических веществ: питьевая сыворотка, сывороточный напиток с сахаром, сывороточный напиток с ванилином, сывороточный напиток с кориандром. Для их изготовления сыворотку фильтруют, пастеризуют, охлаждают для коагуляции белков, вносят по рецептуре наполнители: сахар в виде прокипяченного сиропа, кориандр в виде отвара. Можно в напиток вносить колер (жженый сахар). Напиток охлаждают до 6–8 °С, выдерживают при 6 °С в течение 5 ч в холодильной камере для созревания и фасуют в стеклянную тару, фляги, цистерны. Срок реализации – не более 48 ч с момента выработки. Кислотность продукта – 60–75 °Т, сухих веществ – 9,5–10,5%, для сыворотки питьевой – 6–7,3%. Представляют собой однородную жидкость с незначительным осадком, цвет обусловлен добавленными компонентами, от зеленовато-желтого до светло-коричневого, вкус кисломолочный.

Выпускают также напитки из осветленной гидролизованной сыворотки с добавлением соков ягод, фруктов, плодов.

Напиток «Ривелла» изготовляют из сыворотки, прошедшей молочнокислую ферментацию, с добавлением сахара, настоев трав, фруктовых соков, минеральных солей, витаминов, с насыщением углекислотой.

Питательный напиток вырабатывают из концентрата сывороточных белков (4,21%), апельсинового концентрата (19,48%), сахара (5,85%), маисового крахмала, воды, ванили, красителей. Производят диспергирование крахмала в воде (35% от общего количества воды) и кипячение; горячую смесь добавляют в холодный водный раствор сахара, сывороточных белков, ванили. Смесь затем пастеризуют при температуре 85 °С, охлаждают до 38 °С и вносят остальные вкусовые добавки и красители. Напиток замораживают или в горячем виде фасуют в консервные банки.

«Лактофрут» вырабатывают из гидролизованной сыворотки, из которой удалено до 50% белков. Продукт содержит в 1 л 25 г лактозы, 12,5 г глюкозы и столько же галактозы, 4–5 г минеральных солей, 2 г азотистых веществ, витамины В и С. Его используют для приготовления безалкогольных напитков с фруктовыми эссенциями и диетических продуктов.

Молочное шампанское вырабатывают из пастеризованной сыворотки с добавлением шампанских дрожжей, жженого сахара, изюма (погружают в мешочке). Брожение ведут при (28±2) °С, по его окончании мешочек с изюмом удаляют, продукт охлаждают до (6±2) °С, разливают в цистерны. Готовый продукт представляет собой однородную жидкость светло-коричневого цвета, допускается до 3% осадка к объему, вкус кисло-сладкий, газированный, освежающий; кислотность – 100 °Т.

Вырабатывают также газированный напиток типа шампанского из сыворотки с добавлением 12% воды, 7% сахара, 1% карамели, хлебопекарных дрожжей, изюма и эссенции для улучшения аромата.

Глава 36. Белковые продукты

Творог

Нежирные виды творога изготовляют из обезжиренного молока без добавления или с добавлением пахты, применяя в основном кислотный, но также и сычужно-кислотный методы осаждения белков. Нежирный творог с добавлением пахты имеет более нежную консистенцию. Из обезжиренного молока вырабатывают мягкий диетический нежирный творог. Технология нежирных видов творога такая же, как и жирных.

Творог «Крестьянский» вырабатывают путем смешивания в месильной машине нежирного творога с массовой долей влаги не более 77,5% с пастеризованными сливками. Готовый продукт имеет однородную, мажущуюся, слегка мучнистую консистенцию, допускается комковатость; вкус чистый, кисломолочный, допускается слабовыраженный кормовой привкус. Массовая доля жира в твороге «Крестьянском» должна быть не менее 5%; влаги – не более 74,5%, кислотность – не более 200 °Т.

Творог «Столовый» вырабатывается из смеси пахты и обезжиренного молока кислотным методом с массовой долей жира не менее 2%, влаги – не более 76%, кислотность – не выше 220 °Т. По органолептическим показателям он такой же, как «Крестьянский».

Творог пресный нежирный и диетический пресный нежирный вырабатывают из обезжиренного молока с добавлением хлорида кальция, а диетический – также и с добавлением лимонной кислоты, путем отваривания при 90–92 °С и удаления части сыворотки. При получении диетического пресного – творог смешивают с закваской из чистых культур молочнокислых бактерий.

Альбуминный творог «Надуги» производят из подсырной сыворотки с массовой долей жира не более 0,5% и кислотностью не выше 18–20 °Т. Нормализованную по массовой доле жира сыворотку пастеризуют при температуре 85–87 °С, а затем отваривают при 93–95 °С в течение 90–120 мин, при этом сыворотка подкисляется до кислотности 32–34 °Т. Затем сгусток отделяется от сыворотки.

В зависимости от используемого сырья и наполнителей творог «Надуги» выпускают 14; 6 и 3%-ной жирности; 2,5%-ной жирности с мятой, аджикой, соленый, сладкий, с плодово-ягодным джемом или повидлом. Массовая доля влаги в зависимости от вида творога должна быть не более 72,5–77,5%. В соленом твороге массовая доля поваренной соли не должна превышать 1%, в сладком твороге массовая доля сахарозы должна быть не менее 5,0%; кислотность продукта без наполнителей не более 60 °Т, а с наполнителями – не более 65 °Т. Консистенция про-

дукта – однородная, мажущаяся, может быть зернистой; при выработке с наполнителями допускается наличие ощутимых частиц наполнителя. Вкус и запах – специфические для альбумина, с привкусом пастеризации, для видов с наполнителями – с привкусом и запахом внесенного наполнителя.

Творог обогащенный получают кислотным или сычужно-кислотным методами из нормализованного пастеризованного молока сквашиванием, обезвоживанием сгустка с последующим добавлением жидкого нормализованного концентрата белков творожной сыворотки по рецепту. Нормализацию по жиру проводят смешиванием с пастеризованными сливками. По органолептическим показателям к обогащенному творогу предъявляют такие же требования, как к «Крестьянскому», по физико-химическим показателям он должен иметь массовую долю жира не менее 5,0%, влаги – не более 75%, кислотность – не более 230 °Т.

Творог нежирных видов используют не только непосредственно в пищу, но также для приготовления творожных изделий.

Из обезжиренного молока и сыворотки изготовляются молочно-белковые пасты: «Здоровье» – из обезжиренного молока с массовой долей жира 5% – соленая (массовая доля соли – 0,2%, влаги – 81%, кислотность – 160 °Т) и сладкая (массовая доля влаги – 69%, сахарозы – 15%, кислотность – 150 °Т); нежирная – соленая (массовая доля соли – 0,2%, влаги 85%) и плодово-ягодная с витамином С (массовая доля влаги – 75%, сахарозы – 13%, кислотность – 160 °Т). Из обезжиренного молока вырабатывают ацидофильную сладкую нежирную пасту (массовая доля влаги – 80%, сахарозы – 12, кислотность – 200 °Т) и др.

Сыры

Из нежирного молочного сырья производят также сыры без созревания и сырные массы.

Сыр диетический из обезжиренного молока имеет слегка кисломолочный вкус и ломкую на изгибе консистенцию, тесто ровного белого цвета, без рисунка, допускаются незначительные щели. Массовая доля жира составляет 5%, влаги – 67, поваренной соли – 1%.

Сыр диетический литовский вырабатывают из обезжиренного молока с добавлением растительных жиров, он относится к группе твердых сычужных сыров с низкой температурой второго нагревания, созревает 30 (малые сыры) и 45 (крупные сыры) дней. Массовая доля жира в сухом веществе должна быть 45%, влаги – 44, поваренной соли – 1,5–2%. Вкус слегка кисловатый, с выраженным привкусом зрелого сыра, консистенция эластичная, цвет от белого до светло-желтого.

Сыр диетический кисломолочный вырабатывают из пахты без созревания с массовой долей жира не менее 4% в сухом веществе, влаги – не более 70%, кислотность – 200 °Т. Вкус сыра кисломолочный, с привкусом пастеризации, консистенция однородная, в меру плотная, на разрезе имеет пустоты различной формы и размеров.

Традиционно сыр вырабатывают при следующих параметрах; сквашивание – при 27–30 °С в течение 5–6 ч, подогрев разрезанного сгустка до 55 °С, постановка зерна и продолжение подогрева – при 67–70 °С, самопрессование – 3–4 ч.

Некоторые сыры получают из смеси обезжиренного молока и пахты, иногда с добавлением цельного молока: белорусский клинковый, клинковый творожный, «Арашан», гродненский, кисломолочный «Раница», нежирный с ускоренным созреванием. Некоторые из этих сыров используются для производства плавленых сыров.

Адыгейский сыр, обладающий нежной консистенцией, с низкой массовой долей соли – 2%. Его выпускают в свежем и копченом виде. В молоко с температурой 90–95 °С при постоянном перемешивании добавляют 3–10% сыворотки кислотностью 80–85 °Т. Полученный белковый сгусток выдерживают в течение 5 мин при 83–85 °С, затем удаляют из него половину сыворотки и выкладывают в конические плетеные корзины для самопрессования в течение 20–30 мин при температуре 20–25 °С. После самопрессования сырную массу выкладывают в формы и осуществляют сухую посолку из расчета 3–4% соли от количества сырной массы. В последующие 10–20 ч сыр один раз переворачивают и подпрессовывают. Затем обсушивают в течение 40–48 ч при 20–25°С (переворачивают через каждые 10–12 ч) и направляют на созревание при 6–8 °С в течение 3 дней. При выработке копченого сыра его выдерживают в коптильной камере 7–8 сут при 20–25 °С, затем подсушивают 5 сут при 25–30 °С, упаковывают и реализуют со сроком созревания 13–15 дней.

Сухую и сгущенную сыворотку применяют для обогащения сывороточными белками сычужных и плавленых сыров, а также других пищевых продуктов.

Глава 37. Концентраты

Сгущенные концентраты без сахара

К сгущенным концентратам без сахара относятся сгущенное обезжиренное молоко и сгущенная пахта, которые вырабатывают путем удаления воды (выпаривание, обратный осмос) при сохранении продуктов в текучем состоянии. Концентраты предназначены для промышленной переработки в пищевой промышленности.

Сгущенное обезжиренное молоко вырабатывают из обезжиренного молока (реже из смеси обезжиренного молока и пахты). При массовой доле сухого вещества 27–35% и массовых долях в водной части продукта казеинаткальцийфосфатного комплекса (ККФК) 12,7–14,0 и лактозы 19–20% вязкость продукта невысока, частичная кристаллизация лактозы возможна лишь при температуре менее 20 °С. В продукте нормируется кислотность не более 60 °Т и не допускаются патогенные микроорганизмы.

Технология заключается в выполнении общих операций, которые завершаются охлаждением и упаковыванием продукта. Обезжиренное молоко и пахта должны иметь кислотность не более 20 °Т. Режимы тепловой обработки перед выпариванием (73–77 °С с выдержкой 15 с или 85–90 °С без выдержки) обеспечивают достаточно полную обратимость исходных свойств обезжиренного молока, пахты. Выпаривание проводят при температурах 75–45 °С в зависимости от используемых вакуум-выпарных установок. При периодическом выпаривании массовую долю сухих веществ контролируют по плотности на основе зависимости между сухим молочным остатком ($СМО_{сг.об}$) и плотностью при t = const и $Ж_{сг.об}/СОМО_{сг.об}$ = const. Выпаривание в пленочной вакуум-выпарной установке по сравнению с циркуляционной при одной и той же производительности и исходной массе сырья обеспечивает уменьшение продолжительности производственного цикла на 11,3%, увеличение среднечасовой выработки сгущенного обезжиренного молока на 12,6%, уменьшение трудовых затрат и улучшение качества продукта.

Сгущенный продукт по выходе из вакуум-выпарной установки охлаждают до 4–8 °С и упаковывают в транспортную тару (деревянные и фанерно-штампованные бочки, автоцистерны, фляги) после мойки и стерилизации металлических видов ее и парафинирования бочек. Наиболее экономичны автоцистерны с доставкой продукта на пищевые предприятия по прямым связям. Хранить продукты можно до 5 дней при температуре не более 4–8 °С. Невысокая стойкость продукта обусловлена соответствующими показателями активности воды.

Сгущенная пахта при массовой доле сухого вещества 35% по составу близка сгущенному обезжиренному молоку. Вырабатывается по технологии сгущенного обезжиренного молока.

Сгущенные концентраты с сахаром

К этой группе продуктов относят молоко нежирное сгущенное с сахаром и его разновидности, сгущенную пахту с сахаром. Снижение активности воды в продуктах обеспечивается частичным удалением свободной воды и растворением сахара. Продукты используют в основном для промышленной переработки. В продуктах нормируют соли тяжелых металлов, массовая доля меди должна быть не более 0,0005, олова 0,01%, свинец не допускается. Не допускаются также патогенные микроорганизмы.

Сгущенное нежирное молоко с сахаром вырабатывают из обезжиренного молока (реже в смеси его с пахтой) с кислотностью не более 20 °Т (пахта не более 22 °Т). В продукте нормированы массовые доли: влаги – не более 30%, сахарозы – не менее 44, сухих веществ молока – не менее 26% и кислотность – не более 60 °Т.

Особенности технологии сгущенного нежирного молока с сахаром при большой общности с технологией цельного сгущенного молока с сахаром характеризуются следующими режимами. Тепловая обработка перед выпариванием – при температуре не менее 90 °С без выдержки. Массу сахара, используемого в виде сахарного сиропа (60–65%), рассчитывают на основе материального баланса концентрирования. Охлаждение сгущенного продукта – в вакуум-охладителях до температуры 16–20 °С. При массовой доле лактозы в водной части продукта 33–30% затравку вносят при температуре продукта 31– 37 °С. Для промышленной переработки продукт упаковывают в транспортную тару (крупные металлические банки, бочки деревянные и фанерно-штампованные, фляги, автоцистерны, железнодорожные цистерны), для непосредственного употребления – в стеклянные банки вместимостью 200 мл. Подготовка тары аналогична подготовке тары для сгущенного обезжиренного молока без сахара. Хранение – при температуре от 0 до 10 °С и относительной влажности воздуха 75% не более 3 мес.

Сгущенное нежирное молоко с сахаром «Славянское» при нормировании массовой доли влаги не более 31% вырабатывают в основном по технологии нежирного сгущенного молока с сахаром.

Сгущенную пахту с сахаром производят, используя пахту с кислотностью не более 21 °Т и массовой долей СОМО не менее 8% и сливки с массовой долей жира 25–35% кислотностью не более 15 °Т. Продукт в основном вырабатывают по технологии нежирного сгущенного молока

с сахаром. Особенности технологии обусловлены нормированием в продукте массовой доли жира не менее 3,5 и белковых веществ не менее 8,5%. Для получения продукта с плановым отношением $Ж_{пр}/СОМО_{пр}$ = = 3,7/23,3 = 0,1588 исходную пахту нормализуют сливками, массу которых рассчитывают. При жирности пахты 1,2–1,3% в целях регулирования Ж/СОМО часть ее сепарируют.

Тепловую обработку нормализованной пахты перед выпариванием проводят при температуре 83–87 °С без выдержки. Перед выпариванием нормализованную пахту проверяют на термоустойчивость. В зависимости от вида вакуум-выпарного аппарата выполняют раздельное сгущение половины нормализованной пахты с подачей сахарного сиропа (70–75%) в аппарат вместе со второй половиной нормализованной пахты; сгущение – по схеме для молока цельного сгущенного с сахаром. Массу сахара рассчитывают. Массовую долю сухих веществ контролируют по плотности с пересчетом на сухие вещества.

Охлаждение продукта происходит в вакуум-охладителях с внесением затравки при температуре около 3 °С (массовая доля лактозы в водной части продукта около 32%). Готовый продукт упаковывают в тару тех же видов, что и нежирное сгущенное молоко с сахаром, хранят при температуре от 0 до 10 °С и относительной влажности воздуха 75% не более 3 мес.

Сгущенную подсырную сыворотку вырабатывают с массовой долей сухих веществ 40 и 60% и кислотностью не более 130 и 250 °Т соответственно.

После сепарирования сыворотку пастеризуют при температуре 72–73 °С с выдержкой 15–20 с и направляют на сгущение. Низкотемпературная пастеризация и низкая кислотность сыворотки (ниже 20 °Т) предотвращают тепловую коагуляцию сывороточных белков. Сгущают сыворотку при температуре 55–65 °С в вакуум-выпарных аппаратах.

Конец сгущения определяют по плотности продукта ареометром. Плотность сгущенной сыворотки, содержащей 40% сухих веществ, должна быть в пределах 1140–1170 кг/м^3, а при 60% сухих веществ – от 1280 до 1300 кг/м^3. Сгущенную сыворотку разливают в чистые бочки, мешки из полимерной пищевой пленки. Последние укладывают в ящики по 25 кг. Можно хранить до реализации в емкостях, цистернах, во флягах. Сгущенную сыворотку во время фасования (40% сухих веществ) необходимо охладить до температуры 8–10 °С. Такую сыворотку можно хранить при температуре до 8 °С не более 10 сут. Сыворотку с массовой долей сухих веществ 60% можно хранить до 2 мес. при температуре от 2 до 5 °С. Если срок хранения нужно продлить, температуру понижают до –10 °С.

Сухие концентраты

К сухим концентратам обезжиренного молока, пахты, их смесей относят сухое обезжиренное молоко (СОМ), сухую пахту. СОМ как сухую молочную основу широко используют в производстве восстановленных, рекомбинированных молочных продуктов, регенерированного молока для выпойки молодняка сельскохозяйственных животных. Большая потребность в СОМ и сухой пахте обусловлена высокой пищевой ценностью, транспортабельностью и стойкостью в хранении, свободной сыпучестью и быстрой восстанавливаемостью нарушенных в процессе производства внутренних связей между составными частями молока. Для молочной промышленности с расширением производства СОМ и сухой пахты реально обеспечивается организация безотходного производства масла, сыра, творога и других молочных продуктов.

Сухое обезжиренное молоко (СОМ) является продуктом консервирования обезжиренного молока (без пахты, реже – с пахтой), заключающегося в тепловой обработке, концентрировании сгущением и сушке исходного сырья. В зависимости от способа сушки и вида тары массовая доля влаги в СОМ должна быть не более 4% (распылительная сушка, герметичное укупоривание тары), 5% (пленочная сушка, герметичное укупоривание тары) и 7% (пленочная сушка, упаковывание в фанерно-штампованные бочки). В СОМ на экспорт предусмотрены нормы массовых долей жира, белка и лактозы. В зависимости от способа сушки, вида тары, способа ее укупоривания и назначения продукта индекс растворимости нормируется от 0,2 до 1,5 $см^3$ сырого осадка. Независимо от вида тары в продукте не допускаются патогенные микроорганизмы и бактерии группы кишечной палочки в 0,1 г продукта, а соответственно виду тары нормируется общее количество бактерий в 1 г продукта.

Технология СОМ включает тепловую обработку перед сгущением, сгущение и сушку обезжиренного молока с кислотностью не более 20 °Т, а для продукта на экспорт – не более 18 °Т. Режимы тепловой обработки перед сгущением и при последующей сушке: на вальцовых сушилках – 74–78 °С и на распылительных – от 85 до 89 с последующим охлаждением до 71–75 °С. В зависимости от способа сушки массовая доля сухого вещества в сгущаемом обезжиренном молоке при использовании вальцовых сушилок должна быть 30–32, распылительных – от 40 до 46%. При высоком качестве обезжиренного молока (кислотность не более 18 °Т) возможно сгущение в пленочной вакуум-выпарной установке до массовой доли сухих веществ 50%, так как вязкость увеличится по сравнению с исходной всего лишь в 1,1–1,2 раза, тогда как при исходной кислотности обезжиренного молока 20 °Т она возрастает в 80–100 раз и более.

Сгущая продукт до более высокого содержания сухих веществ, обеспечивают экономию пара и повышают растворимость продукта. Выдержка сгущенного обезжиренного молока перед подачей на сушку не должна превышать 1 ч. Для повышения эффективности производства и улучшения качества СОМ перспективным является сгущение в две ступени: до 15–20% сухих веществ – на основе обратного осмоса и от 15–20 до 46–50% – выпариванием. Сгущением на основе обратного осмоса обеспечиваются неизменность составных частей молока при концентрировании, более полная обратимость компонентов и снижение энергетических затрат.

Продукт сушат как на распылительных, так и на вальцовых сушилках. СОМ распылительной сушки отличается более высоким качеством. Режим распылительной сушки в прямоточных сушилках следующий: температура воздуха поступающего – 170–190, отработавшего – 75–90 °С. Соответственно, в сушилках с противоточным и смешанным движением воздуха и продукта температура 150–170 и 65–75 °С. Совмещение пневмотранспортирования выходящего из сушилки продукта с охлаждением его до 25–30 °С придает ему свободную сыпучесть и высокую растворимость.

Состав и свойства СОМ формируются в две ступени: при сгущении и в процессе сушки. Если сушка распылительная, то при сгущении происходит увеличение массовой доли сухого вещества с 8,6 до 46%, плотности при температуре 20 °С от 1030 до 1194 кг/м^3 и кислотности от 18–20 до 90–100 °Т. На второй ступени массовая доля сухого вещества увеличивается от 46 до 96%, продукт превращается из сгущенного текучего в сухой сыпучий.

СОМ упаковывают в потребительскую (комбинированные банки, клееные пачки) или транспортную (бумажные мешки с вкладышами из полиэтилена, фанерно-штампованные бочки) тару. Бестарная перевозка СОМ осуществляется в мягких многооборотных контейнерах МК-1-К-151, вместимостью 700–759 кг, с использованием в качестве вкладыша пленки ПЦ. Хранение – при температуре от 0 до 10 °С и относительной влажности воздуха не более 85% – не более 8 мес. в потребительской таре (кроме клееных пачек с целлофановыми вкладышами, для них не более 3 мес); при температуре не более 20 °С и относительной влажности воздуха не более 75% – не более 3 мес (тара с вкладышами из пергамента и целлофана).

Сухую пахту вырабатывают при нецелесообразности использования пахты в смеси с обезжиренным молоком на СОМ и необходимости повышения ее стойкости. В сухой пахте массовая доля жира не более

5%, а массовая доля влаги в продукте распылительной сушки составляет не более 5, пленочной – не более 7%.

Особенности технологии следующие: кислотность исходной пахты – не более 21 °Т; проводится сепарирование пахты, если массовая доля жира в ней больше 0,5%; тепловая обработка перед сгущением при температуре 85–87 °С с выдержкой 10 с; сгущение – до 38–42% сухих веществ, если сушка распылительная, или до 30–32% – при пленочной сушке. Режимы и аппараты для выпаривания, сушки, охлаждения продукта, виды тары для его упаковывания – те же, что и для сухого обезжиренного молока. Хранение – при температуре от 0 до 10 °С и относительной влажности воздуха не более 85%. Срок хранения не более 6 мес.

Сухую сыворотку получают в основном из подсырной сыворотки, которую сепарируют. Обезжиренную сыворотку сразу направляют на сгущение в вакуум-выпарные установки. При пленочной сушке сгущать сыворотку надо в 3,5–4 раза (плотность 1070–1090 кг/м^3, при массовой доле сухих веществ 21–26%), а при распылительной сгущают несколько больше – до 38–42% сухих веществ при плотности 1120–1150 кг/м^3.

Сухая сыворотка очень гигроскопична, содержание влаги не должно превышать 5–6%. Ее упаковывают в многослойные бумажные мешки с полиэтиленовыми вкладышами. После наполнения полиэтиленовые мешки герметически заделывают. Хранят сухую сыворотку при температуре не выше 15–20 °С. Ее можно использовать при приготовлении комбикормов, плавленых сыров, в хлебопечении, в колбасном производстве и т. п.

Глава 38. Казеин и молочный сахар

Производство казеина

Кислотный казеин. Кислотный казеин вырабатывают из обезжиренного молока с минимальной массовой долей жира – не более 0,05%. Для осаждения казеина можно использовать молочную, соляную, серную, а для получения наиболее чистого казеина в лабораторных условиях – уксусную кислоту. Под действием кислоты происходит деминерализация казеина – казеинаткальцийфосфатного комплекса – отщепляются кальций и фосфор, достигается изоэлектрическая точка (pH 4,6), при которой белок коагулирует.

Кислотный казеин можно вырабатывать тремя способами – обычным (сквашиванием), эжекторным и зерненым.

При обычном способе в обезжиренное молоко с температурой 30–35 °С вносят 3–5% бактериальной закваски молочнокислых стрептококков (приготовлена на обезжиренном молоке) и оставляют до сквашивания. При более высокой температуре есть опасность получить сгусток, в котором казеин не будет полностью переведен в свободную казеиновую кислоту. Казеин, полученный при температуре более 40 °С, бывает низкого качества, так как содержит большое количество золы. Изменяя количество бактериальной закваски и температуру сквашивания, можно регулировать длительность получения сгустка от 6 до 12 ч, в соответствии с нуждами предприятия.

На поверхности готового сгустка обычно появляется тонкий слой прозрачной сыворотки. Если верхний слой сгустка содержит много пены, лучше его удалить (толщиной 1 см), так как казеин из него получается труднорастворимым.

Сгусток режут вертикальными, а затем горизонтальными ножами на небольшие кубики и сразу начинают нагревать до 60–65 °С при постоянном вымешивании, которое продолжают и после достигнутой температуры еще 10–15 мин. Затем казеин отделяют от сыворотки центрифугированием и обрабатывают.

Получение казеина эжекторным способом отличается от предыдущего способа тем, что после получения сгустка его можно нагревать и измельчать в процессе эжектирования. Но этот способ требует особо тщательного регулирования сквашивания, нормальных плотности и кислотности сгустка. При слишком низкой кислотности сгустка, во время эжектирования хлопья белка слипаются в комья и тянутся нитями. При высокой кислотности сгусток сильно дробится и хлопья плохо сохнут. Перед эжектированием верхний слой сгустка, как правило, удаляют. При эжектировании казеин нагревают до 60 °С. Более высокое нагревание

опасно тем, что казеин может денатурироваться, понизится его способность к растворению в щелочах и набуханию (важнейшее свойство технического казеина).

Зерненый казеин получают, проводя осаждение очень кислой сывороткой. Приготовление зерненого казеина имеет много положительных сторон: обезжиренное молоко можно переработать сейчас же по его получении; казеиновые хлопья, образуя комочки, захватывают мало жира; хлопья-зерна легко промываются; обсушка казеина достигается не высокой температурой, а установлением определенной кислотности.

Для того, чтобы ускорить осаждение казеина кислой сывороткой, можно повысить кислотность обезжиренного молока до 35–40 °Т. Подготовленное молоко нагревают до 34–35 °С и приливают непрерывно при такой же температуре кислую сыворотку до получения хлопьев белка (казеина); заканчивают тогда, когда сыворотка в емкости, в которой вырабатывают казеин, становится прозрачной. Вымешивание длится 10–15 мин, так как комочки белка еще мягкие. После этого сливают большую часть сыворотки и снова наливают кислую (до кислотности 62–70 °Т) сыворотку, добиваясь наибольшего обсушивания хлопьев сгустка. В конце обработки казеина сыворотка в емкости должна иметь pH 4,6–4,8.

Для казеина I сорта величина зерна допускается не более 5 мм, для II сорта – до 10 и III сорта – до 15 мм. Казеин технический должен соответствовать показателям, представленым в табл. 38.1.

Солянокислый зерненый казеин получают, приливая к подогретому до 34–35 °С обезжиренному молоку тонкими струйками при непрерыв-

38.1. Показатели технического казеина разных сортов

Казеин	Сорт	Массовая доля, %, не более		Кислотность, °Т, не более
		жира	золы	
Сычужный	Высший	1,5	7–8,5	50
	I	1,5	7–8,5	70
	II	2,5	6–6,9	120
	III	3,0	4–5,9	160
Кислотный	Высший	1,5	2–5	60
	I	1,5	3,0	100
	II	2,5	4,0	150
	III	3,0	4,0	200

Примечание. Массовая доля влаги в техническом казеине всех сортов должна быть не более 12%.

ном помешивании очищенную соляную кислоту, разбавленную водой до нормальной концентрации.

Когда сыворотка в емкости становится прозрачной, прекращают приливать кислоту, сливают половину сыворотки, затем возобновляют перемешивание и снова добавляют разбавленную водой соляную кислоту до получения pH 4,6–4,0 и 5,0. На практике часто конец обработки определяют сжатием в руке зерен казеина и считают их готовыми, когда они дают ощущение максимальной твердости.

Если вместо соляной кислоты применять серную, то казеин получают с большим содержанием золы.

Казеин-сырец содержит много примесей: молочный сахар, воду, кислоты, которыми осаждали казеин, соли, кальций и т. д. Все виды казеина, как правило, промывают чистой водой. Требования к промывочной воде следующие:

- вода должна быть свободна от заражения посторонней микрофлорой, особенно опасны гнилостные бактерии;
- содержание железа в воде должно быть не более 2 мг на 1 л воды (при расчете по Fe_2O_3);
- вода должна содержать мало щелочных солей (больше всего опасны двууглекислые соли кальция и отчасти магния).

Таким образом, промывать казеин-сырец надо мягкой, чистой водой. Обычно рекомендуется брать для промывки казеина-сырца вначале теплую (30–35 °С), а потом холодную воду. На практике часто промывают казеин только холодной водой, так как боятся склеивания его зерен. Казеин достаточно промыть 3 раза водой температурой 15–20 °С, но в каждой воде перемешивать его надо в течение 10 мин. Промытый казеин можно использовать во всех отраслях пищевой промышленности.

При долгом хранении лучше всего высушить казеин. До высушивания казеин-сырец прессуют или центрифугируют с целью уменьшения влаги (механически захваченной). Затем спрессованный казеиновый пласт разбивают на мелкие кусочки и равномерно распределяют на сушильных стеллажах (рамы, затянутые полотном). Сушилки – либо паровые, либо электрические. Конец сушки устанавливают определением содержания влаги: пока казеин недостаточно высох, зерна его мнутся и не раскалываются с треском. Сухой казеин сортируют по химическому составу, свойствам и внешнему виду. Смешивать казеин различного вида (сычужный с кислотным) нельзя, так как это снижает его качество.

Упаковывают казеин в новые, плотные, джутовые, полимерные мешки массой брутто 50 кг. Эжекторный казеин упаковывают в такие же мешки по 40 кг.

Пищевой казеин. Пищевой казеин получают воздействием на молоко кислотой или свертывающим ферментом (сычужный фермент, пепсин, препарат ВНИИМС). Обезжиренное молоко с содержанием жира 0,05% пастеризуют, охлаждают до 35 °С, прибавляют соли кальция (примерно 20–30 г сухой соли на 100 кг молока) и свертывают. Можно до свертывания молока внести и бактериальную закваску. Сычужный казеин содержит больше минеральных солей, чем кислотный. Полученный сгусток разрезают, измельчают до 4–6 мм, нагревают до 57–60 °С и вымешивают в течение 15–25 мин для максимального обезвоживания. После этого дают казеиновой массе осесть на дно, сливают всю сыворотку, а массу промывают трижды водой, при постоянном помешивании. Температура первой промывной воды должна быть 30–35 °С, второй 20–25 и третьей 8–10 °С. Для промывки казеина используют чистую воду в количестве 20–25% от объема перерабатываемого молока, при этом массу выдерживают при постоянном помешивании каждый раз 10–15 мин. Затем воду удаляют и массу либо прессуют 2–3 ч, либо центрифугируют 8–10 мин для лучшего освобождения от механически захваченной воды. Отпрессованный или отцентрифугированный казеин пропускают через волчок или дробят на механической терке до 3–5 мм и сушат. Температуру сушки устанавливают не выше 55–60 °С, иначе казеин может плавиться. Готовый казеин должен содержать не более 12% воды.

Пищевой казеин должен соответствовать следующим требованиям: кислотность – 50 °Т, массовая доля влаги – не более 12%, жира – не более 1,5, золы – 2 (для высшего сорта) и 2,5% (для I сорта). Солей олова, в пересчете на чистое олово, допускается не более 10 мг на 1 кг казеина, солей меди в пересчете на медь – не более 8 мг. Содержание солей свинца не допускается. Общее количество бактерий для высшего сорта может составлять до 50 тыс. в 1 г, а для I сорта – до 100 тыс., коли-титр – 0,1 г. Для того чтобы пищевой казеин можно было бы использовать в пищевой промышленности, его необходимо перевести в растворимую форму. С этой целью после промывки к нему добавляют двууглекислую соду до полной нейтрализации и доведения pH до 7,0, затем его высушивают. Сушку лучше проводить распылительным способом, предварительно нагрев смесь до 70 °С, а иногда и выше – до 90–95 °С. Нагревание нужно для понижения вязкости смеси. Для получения казеината натрия можно вместо двууглекислой соды применять едкий натр. В этом случае к казеину влажностью 55–60% добавляют сначала равное по массе количество воды, а потом 1%-ной раствор едкого натра. После этого смесь казеина и щелочи обрабатывают на коллоидной мельнице и сушат.

Массовая доля влаги в пищевом казеине, обработанном щелочью и высушенном, должна быть не выше 6% для высшего сорта и 8% для

I сорта. Цвет его белый, со слегка кремоватым оттенком. Содержание металлических примесей для всех казеинов одно и то же. Микрофлора в растворимом казеине не должна превышать 30 тыс. клеток для высшего и 50 тыс. для I сорта, колититр равен 1 г, т. е. требования значительно строже, чем для пищевого казеина.

Кислотный казеин для пищевых целей лучше осаждать молочной кислотой, образующейся в результате молочнокислого брожения. Можно обезжиренное молоко сквашивать бактериальной закваской, либо осаждать казеин молочной кислотой. Надо иметь в виду экономичность метода осаждения. В первом случае сгусток обрабатывается так же, как при получении пищевого казеина. При получении кислотного казеина очень важно промывать казеиновую массу и освобождать ее от лактатов и фосфатов кальция.

При эжекторном способе получения зерненого казеина лучше осадить казеин при помощи кислой сыворотки. В подогретое до 35 °С обезжиренное молоко непрерывно вливают кислую сыворотку кислотностью 140–150 °Т (температура 35 °С) до получения хлопьев казеина и прозрачной зеленоватой сыворотки. Вымешивают массу еще 10–15 мин. После удаления сыворотки ее опять вымешивают, одновременно добавляют кислую сыворотку до достижения кислотности 65–70 °Т или pH 4,6. По готовности зерна сыворотку удаляют и приступают к промывке зерна. При применении соляной кислоты плотностью 1190 кг/м^3 и концентрацией 37,2% (дымящая кислота) ее предварительно разбавляют в 8 раз водой и вливают медленнее, чем кислую сыворотку, примерно в 2,5–3 раза, а именно – в течение 25–30 мин. При этом кислотность сыворотки надо довести до pH 4,5 или до 50–55 °Т.

Эжектирование готового сгустка проводят при повышенной температуре – от 55 до 60 °С. Сгусток засасывается в камеру эжектора, где он раздробляется на мелкие зерна и нагревается. Отваренная масса казеина поступает на промывку. Остальную обработку ведут так же, как и при получении пищевого казеина. При зерненом способе сычужное свертывание не доводят до получения прочного сгустка. При первых же признаках свертывания массу начинают вымешивать. Образуются хлопья, которые слипаются в рыхлые комья. Когда казеин полностью коагулирует (сыворотка бывает при этом прозрачная и почти зеленоватого цвета), массу нагревают до 60 °С. Затем проводят те же операции, что и при обыкновенном методе получения казеина (промывка, центрифугирование или прессование, дробление, сушка).

Технология зерненого способа получения казеина более короткая и обеспечивает минимальное содержание жира в продукте. Но при этом способе выход казеина уменьшается, так как образуется много «казеиновой пыли» (мельчайших частиц), которая остается в сыворотке.

При осаждении казеина хлоридом кальция получают кальциевый казеин. Он выпадает из обезжиренного молока при температуре 90–95 °С совместно с сывороточными белками.

При производстве кальциевого казеина обезжиренное молоко предварительно не пастеризуют, поскольку его получают добавлением хлорида кальция в количестве 1 г на 1 л молока при температуре 95–97 °С. После получения казеиновой массы ее тщательно отмывают от кальциевых и других солей.

Остальные операции одинаковы для всех казеинов.

Наибольшее использование белков обезжиренного молока бывает при кальциевой коагуляции – 95%, затем при кислотной – 90 и наименьшее при сычужной – 85%. При всех способах надо иметь в виду их назначение и себестоимость. Высокая жирность является наиболее распространенным пороком казеина. Повышенная зольность также является серьезным пороком для казеина. Оба порока проявляются при неправильном сепарировании, обезжиривании молока, плохой промывке казеина. Пороками считаются высокая влажность и кислотность казеина; первый порок бывает от плохой сушки или хранения казеина в сыром месте, а второй является результатом плохой промывки казеиновой массы или длительного хранения казеина-сырца до сушки. Неправильная сушка и хранение могут привести к следующим порокам: блестящей оплавленной поверхности, бурому коричневому цвету, темному и серому цвету казеина.

Получение казеина в нативном виде проводят путем использования мембранных методов разделения. Ультрафильтрацией выделяют казеин из обезжиренного молока в виде концентрата белка, при этом повышается концентрация казеина в 5–6 раз. В белковую массу переходит значительное количество других компонентов молока (лактозы, минеральных солей). Диафильтрацией (разбавлением и ультрафильтрацией белковой массы) можно достигнуть некоторой очистки белка, но усложняется технология.

Разработана технология (ВНИИКИМ) разделения обезжиренного молока полисахаридами, пектином с получением нативного казеина с содержанием сухих веществ 19%, в том числе белка – 13,5, углеводов – 3,5, золы – 3,5, жира – 0,3%; кальция – 400 и фосфора – 280 мг/100 г, кислотность – 48 °Т, плотность – 1060 кг/м^3.

Нативный казеин используют для обогащения различных молочных и пищевых продуктов.

Казеинаты являются растворимыми в воде белковыми продуктами. Их получают из хорошо промытого кислотного пищевого казеина – сырца или из сухого казеина обработкой щелочами до нейтральной реакции (pH 6,6–7,0) с последующей сушкой.

В молекуле казеина имеются свободные кислотные группы (–COOH), которые при воздействии щелочей образуют соли-казеинаты по следующей реакции:

$$[R] - COOH + Me(OH) \rightarrow [R] - COOMe + H_2O$$

Казеин Щелочь Казеинат Вода

Применяя различные щелочи (NaOH, Na_2CO_3, KOH, NH_4OH, $Ca(OH)_2$), можно получить соответствующие казеинаты натрия, калия, аммония, кальция, которые различаются органолептическими свойствами, растворимостью в воде, вязкостью растворов.

Для получения растворимых в воде казеинатов с хорошим вкусом количество добавляемой щелочи определяют по pH конечного раствора, который должен быть около 7.

Для получения казеинатов отбирается высококачественный казеин, который предварительно дробят на зерна 5–7 мм. Лучше использовать свежеосажденный казеин. Его вносят в ванну с водой (60–70 °С) и добавляют 10% раствор NaOH с таким расчетом, чтобы обеспечить быстрое достижение pH, немного превышающего 7,0, и выдерживают 25–30 мин для растворения казеина, затем обрабатывают в коллоидной мельнице, pH становится на уровне 6,7. Раствор казеината подогревают до 75–80 °С и сушат распылительным методом, температура воздуха на входе в сушилку должна быть 150–175 °С, а на выходе – 70–80 °С.

Вальцовые сушилки не обеспечивают хорошего качества продукта.

Сухой порошок казеината фасуют в четырехслойные бумажные мешки с полиэтиленовыми вкладышами.

Казеинат должен иметь молочный вкус, без посторонних привкусов и запахов; цвет – белый со слегка кремовым оттенком, не допускается наличие подгорелых частиц.

По физико-химическим показателям казеинаты натрия подразделяются на высший и I сорта. Высший сорт должен содержать влаги не более 6% (I сорт – 8%), белка – 88% (I сорт – 85%), лактозы – 0,5% (I сорт – 1%), жира – не более 2,0%; ограничивается содержание меди, свинца, железа. Растворимость порошка – не более 0,1 мл осадка на 1 г; pH раствора – в пределах 5,5–7,0.

По микробиологическим показателям: в 1 г продукта высшего сорта должно быть не более 30 тыс. бактерий (I сорт – не более 50 тыс.); колититр отрицательный в 0,1 г.

Кроме казеината натрия вырабатывают обычный и специальный казецит путем растворения свежеосажденного кислотного казеина в смеси солей гидрокарбоната натрия и цитратов калия, натрия, магния.

Казеинаты используются в производстве различных пищевых продуктов – сосисок, искусственного бекона, ветчины, морепродуктов и др.

Производство молочного сахара

Молочный сахар представляет собой мелкокристаллический порошок белого или желтоватого (нерафинированный) цвета. Его вырабатывают из подсырной и творожной сыворотки, куда отходит большая часть молочного сахара. При этом кислотность подсырной сыворотки не должна превышать 20, а творожной – 70 °Т. Лучшим сырьем являются подсырная сыворотка и ультрафильтраты по сравнению с творожной и казеиновой.

В зависимости от целей использования молочный сахар вырабатывают с различной степенью очистки от других веществ (табл. 38.2): сахар-сырец (сырье для ферментации, рафинации, технических целей); пищевой (для детского питания, хлебобулочной и кондитерской промышленности); рафинированный и фармакопейный (для производства медицинских препаратов).

Рафинированный и фармакопейный молочный сахар максимально очищен от моноз и других углеводов. В рафинированном и пищевом содержание хлоридов, сульфатов и кальция должно быть не более 0,1%, солей меди – не более 5 мг/кг, олова – не более 50 мг/кг, должны отсутствовать соли свинца и других тяжелых металлов.

Промышленное получение молочного сахара основано на выкристаллизовывании лактозы из перенасыщенных растворов очищенной сгущенной сыворотки с последующими операциями отделения влаги, сушки и рафинирования. Прежде всего сепарированием при температуре 35–40 °С от сыворотки отделяют молочный жир и казеиновую пыль. Затем очищают сыворотку от сывороточных белков и других азотистых веществ методами тепловой, кислотной или кислотно-щелочной коагуляции или ультрафильтрацией.

Тепловая коагуляция основана на том, что при нагреве сыворотки до 85 °С хлопья альбумина и глобулина выделяются осадок в виде всплывающей рыхлой массы (альбуминный творог) и осадка на дне

38.2. Массовая доля различных компонентов в молочном сахаре, %

Компонент	Рафинированный сахар	Пищевой сахар	Сахар-сырец I сорта
Лактоза (гидрат)	98,5	95,0	88,0
Влага	0,5	2,0	3,0
Азот	0,1	0,16	0,5
Зола	0,3	1,5	4,0
Молочная кислота	0,1	0,5	1,8

(альбуминное молоко). Этим способом выделяется только 85% сывороточных белков, поэтому он дополняется внесением кислоты, хлорида кальция или щелочи.

При кислотном методе коагуляции сывороточных белков просепарированную сыворотку подогревают в пастеризаторах до 75 °С с выдержкой 15 с и направляют в специальные емкости с коническим дном и мешалкой, где она нагревается до 93–95 °С, затем в нее вносят кислую сыворотку кислотностью не менее 150 °Т до повышения кислотности смеси до 30–35 °Т (pH 4,4–4,6). Сывороточные белки коагулируют в виде хлопьев. Для укрупнения и более полного осаждения их выдерживают от 20 мин до 1,5 ч. Осажденные белки отделяют от сыворотки фильтрацией или сепарированием, используя саморазгружающиеся или творожные сепараторы.

Для кислотной коагуляции можно использовать соляную кислоту, которой добавляют столько, чтобы кислотность сыворотки повысилась до 30–35 °Т. Затем смесь нагревают до 90– 95 °С и раскисляют 10–15%-ным раствором щелочи до кислотности 10 °Т (pH 6,6–6,8) при температуре 93 °С. Выдерживают около 15–20 мин и отделяют выпавшие азотсодержащие вещества. Выпадение белков в щелочной среде намного меньше, чем в кислой. В зависимости от нейтрализаторов (известковое молоко, NaOH, NH_4OH) сывороточные белки дополнительно выпадают в осадок, правда, не в большом количестве.

Ультрафильтрация. Наилучшим способом выделения азотсодержащих веществ из сыворотки является ультрафильтрация. Обезжиренную сыворотку, если она холодная, подогревают до 60 °С, пропускают через мембраны один раз и получают осветленную сыворотку с содержанием 0,2% азотистых веществ. Если же фильтрат пропускать еще раз, то осветленная сыворотка будет содержать всего 0,1% азотистых веществ, между тем при других методах их бывает от 0,35 до 0,5%. При улучшении качества мембран ультрафильтрацией можно добиться полного очищения сыворотки от азотистых веществ.

Для получения молочного сахара нужно повысить в сыворотке его концентрацию. Поэтому из сыворотки надо удалить влагу, для чего ее направляют в вакуум-выпарные установки, в которых идет сгущение сыворотки. Сгущают при температуре 50–60 °С, чтобы предупредить побурение, образование меланоидинов и карамелизацию. Когда осветленная сыворотка содержит много белка, она часто вспенивается. Чтобы избежать этого, можно вносить в качестве пеногасителя олеиновую кислоту или другие реагенты.

Концентрацию сухих веществ сыворотки доводят до 60–65%. Это значит, что сыворотку надо сконцентрировать примерно в 10 раз. В кон-

це сгущения температуру повышают до 70–75 °С, чтобы не было преждевременной кристаллизации. Для кристаллизации молочного сахара необходимо иметь его пересыщенный раствор, который надо охладить холодной водой или рассолом. Кристаллы молочного сахара должны быть большими и однородными. Можно охлаждать осветленную концентрированную сыворотку медленно, в течение 30–35 ч, доводя ее до 10–15 °С, и быстро, в течение 5–7 ч, до той же температуры, затем выдержать 8–10 ч при этой температуре.

Во время кристаллизации массу надо периодически перемешивать (через каждые 0,5 ч) для предупреждения срастания кристаллов и обеспечения равномерного охлаждения. В процессе кристаллизации сахара образуется также и меласса, которую отделяют с помощью центрифугирования. При необходимости сахар разбавляют холодной водой в количестве 10–20% объема кристаллизата и снова кристаллизуют. Для центрифугирования кристаллизат помещают в мешок из лавсана или полотна, укладывают его в барабан. Через 20 мин центрифугирования сахар вынимают из мешка и направляют на сушку при температуре 65–70 °С. Сухой сахар размалывают и упаковывают в крафт-мешки.

Рафинированный молочный сахар вырабатывают из сахара-сырца путем очистки его от белковых, минеральных, красящих примесей. Для этого сахар-сырец растворяют в горячей воде (90 °С) с добавлением адсорбентов (активного угля, гидросульфата натрия и молотого диатомита), вымешивают 10 мин и фильтруют. Уголь и диатомит, обладая большой адсорбционной способностью, поглощают примеси, а гидросульфат натрия обесцвечивает красящие вещества. Затем отфильтрованный раствор охлаждают до температуры 13–15 °С и проводят кристаллизацию молочного сахара при непрерывном перемешивании в течение 8–10 ч. Далее рафинированный молочный сахар центрифугируют, сушат и упаковывают в двойные тканевые мешки.

Пищевой молочный сахар изготовляют из свежей подсырной сыворотки, очищают от несахаров, применяя при этом кислотно-щелочный метод коагуляции сывороточных белков. Остальные операции такие же, как и при производстве сахара-сырца. Очистку и рафинацию сыворотки выполняют на стадии сгущения.

Глава 39. Заменители цельного молока

Жидкие и пастообразные заменители

Жидкий заменитель цельного молока (ЗЦМ) для телят – это кормовой продукт однородной консистенции, с чистым вкусом и белым с кремовым оттенком цветом, с массовой долей жира не менее 2%, плотностью не менее 1027 кг/м^3, кислотностью не более 22 °Т. По микробиологическим показателям допускается общее количество бактерий в 1 мл не более 300 тыс., титр кишечной палочки – не менее 0,3 мл, патогенные микроорганизмы не допускаются.

Вырабатывается ЗЦМ из обезжиренного молока, пахты, сыворотки с добавлением растительных и животных жиров, фосфатидных концентратов, казеинатов натрия, витаминов, микроэлементов. В рецептурах предусматривается комбинирование перечисленных компонентов по их видам и массе, за исключением витаминов и антибиотика.

Технологический процесс включает тепловую обработку при температуре 85–89 или 95–99 °С с охлаждением до 72–76 °С оцененного по качеству молочного сырья (обезжиренное молоко, пахта, сыворотка) и смешивание его с жировой смесью, водными растворами солей микроэлементов, витаминами и антибиотиком. При составлении жировой смеси в расплавленные при температуре 50–60 °С жиры прибавляют фосфатидные концентраты и жирорастворимые витамины A_1, D_2 или D_3 и Е. Смесь всех компонентов фильтруют, гомогенизируют при температуре 55–60 °С и давлении 8–10 МПа, охлаждают до 4–8 °С и упаковывают во фляги, молочные цистерны. Хранение – при температуре не более 8 °С сроком до 20 ч. Допускается хранение неохлажденного продукта не более 4 ч.

Кисломолочный жидкий ЗЦМ-К для телят – это кормовой продукт однородной консистенции с нарушенным сгустком, чистым специфическим кисломолочным вкусом, белого, с оттенками от кремового до светло-коричневого, цвета. По составу и микробиологическим показателям требования те же, что и для жидкого ЗЦМ. Кислотность – не более 60 °Т.

В дополнение к тем же видам сырья, что и для жидкого ЗЦМ, используют закваски чистых культур ацидофильной палочки.

По ходу технологического процесса при составлении белково-жировой смеси в обезжиренное молоко (или смесь его с пахтой, сывороткой), подогретое до 60–65 °С, вносят растворенный в обезжиренном молоке витамин B_{12}, антибиотик и раствор солей микроэлементов, после чего вносят жировые компоненты. Полученную смесь фильтруют, гомогенизируют при 60–65 °С и давлении $P_1 = 10$ МПа, $P_2 = 4$ МПа, норма-

лизуют обезжиренным молоком до массовой доли жира в продукте 2%. Перед заквашиванием смесь нагревают до температуры 76–78 °С с выдержкой 18–20 с и охлаждают до температуры заквашивания 42–45 °С. Смесь заквашивают культурой ацидофильных палочек (6–8% массы продукта); при температуре 38–42 °С в течение 6–8 ч она сквашивается до кислотности 50–70 °Т. Готовый продукт охлаждают до 8 °С, фасуют во фляги и молочные цистерны, хранят при температуре не более 8 °С до 20 ч и при 20 °С – *не более* 10 ч.

Кисломолочный сгущенный ЗЦМ-К для телят имеет густую сметанообразную с умеренной тягучестью консистенцию, чистый вкус, белый, с оттенком от кремового до светло-коричневого, цвет. Массовая доля жира в продукте не менее 10%, кислотность не более 200°Т. По микробиологическим показателям и виду закваски требования те же, что и для кисломолочного жидкого ЗЦМ-К.

Технологический процесс в основном включает подготовку молочных и жировых компонентов, обработку и сквашивание их смеси. Обезжиренное молоко (или смесь обезжиренного молока, пахты, сыворотки) после тепловой обработки при температуре 85–87 или 95–97 °С без выдержки сгущают до 42–43% сухих веществ и смешивают с отдельно подготовленной белково-жировой смесью. Смесь гомогенизируют при температуре 65–70 °С и давлении P_1 = 5–7,5 МПа, P_2 = 2,6 МПа, выдерживают в течение 30 мин при температуре 63–65 °С, охлаждают до 42–45 °С и заквашивают культурой ацидофильных палочек (5–8%). При температуре 38–42 °С в течение 3–8 ч продукт сквашивается до кислотности 80–100 °Т, его упаковывают в тару и хранят на складах при отрицательных температурах.

Регенерированное молоко обладает ценными биологическими свойствами. Оно представляет собой сухой мелкий порошок, однородный по составу, с допуском незначительного комкования, чистым вкусом и белым, с кремовым оттенком, цветом. Массовая доля жира в продукте – не менее 14,5% (для телят), 24,5 (для поросят) и 17% (для ягнят). Массовая доля влаги – не более 5%. Допускается общее количество бактерий в 1 г продукта не более 100 тыс. и не допускаются бактерии группы кишечной палочки в 0,1 г продукта и патогенные микроорганизмы. Использование для регенерированного молока сухого кормового продукта «Провилакт» (смесь дрожжеванной и натуральной сыворотки в отношении 1:1) повышает эффективность его производства. Продукт применяют в восстановленном виде.

Технология регенерированного молока заключается в смешивании сухого обезжиренного молока с животными и гидрогенизированными растительными жирами, эмульгаторами, антиокислителями, витамина-

ми, микроэлементами, антибиотиками в зависимости от способа производства: сухого смешивания (для телят, поросят, ягнят) и высушивания компонентов (для телят). По первому способу смешивают сухое обезжиренное молоко и сухие компоненты с эмульгированными жирами, по второму – высушенную молочно-жировую основу с необходимыми по рецепту сухими компонентами.

По первому способу тщательно перемешанные смеси жиров, немолочных сухих компонентов, эмульгирующих и сухих премиксов на основе точного дозирования смешиваются с сухим обезжиренным молоком в следующей последовательности: сухое обезжиренное молоко, смесь сухих компонентов, смесь жиров, – и продукт охлаждается до температуры 20 °С.

По второму способу молочное сырье, оцененное по качеству и учтенное по массе, очищенное и охлажденное в связи с резервированием, подвергают тепловой обработке при температуре 85–90 °С без выдержки, сгущают до 42–45% сухих веществ и направляют в емкость для смешивания с остальными компонентами. Подготовка их к смешиванию осуществляется, как и для первого способа. Составленную молочно-жировую смесь гомогенизируют при температуре 55–70 °С и давлении 10–12 МПа, высушивают на распылительных сушилках при температуре поступающего воздуха 180–185 и отработанного – от 85 до 90 °С, сухой продукт охлаждают до 20 °С и согласно рецептурам смешивают с остальными сухими компонентами. Полученное обоими способами регенерированное молоко направляют в бункер фасовочного устройства и упаковывают, как и сухое обезжиренное молоко.

Сухие заменители

Сухие заменители цельного молока получают высушиванием на распылительных или пленочных сушилках смесей обезжиренного молока с сывороткой, пахтой, другими белковыми компонентами, растительными и животными жирами, со стабилизированными антиокислителями, эмульгаторами, витаминными препаратами, минеральными солями и антибиотиками. В животноводстве используют в восстановленном виде.

В зависимости от вида продуктов массовая доля жира в них колеблется от 17 до 42,5%, кислотность в восстановленном виде – от 17 до 80 °Т, индекс растворимости от 0,8 до 1,3 $см^3$ сырого осадка, общее количество бактерий в 1 г продукта – от 50 до 250 тыс., ацидофильных бактерий – $6,0 \cdot 10^5$ (для ЗЦМФ) и $1,1 \cdot 10^6$ (для ЗЦМ-СК, ЗЦМ-ПК, ЗЦМ-ПЛК). Ни в одном из видов сухих ЗЦМ не допускаются бактерии группы кишечной палочки в 0,1 г продукта и патогенные микроорганизмы.

В технологии различных видов сухих ЗЦМ много общего. Общими для них являются оценка качества, учет массы, очистка, охлаждение (при необходимости резервирования), тепловая обработка перед сгущением и сгущение молочного сырья, и на конечной стадии процесса – составление смеси всех компонентов перед сушкой, сушка, охлаждение и упаковывание готовых сухих ЗЦМ. Частные технологические операции обусловлены видами сырья, компонентов, способами эмульгирования, ферментированием сыворотки, использованием различных заквасок микроорганизмов и др.

На рис. 39.1 приведена аппаратурно-технологическая схема производства самого распространенного вида продукта – сухого ЗЦМ для телят. Схема включает получение обезжиренного молока (кислотностью – не более 21°Т, плотностью – не менее 1027 кг/м^3) и дальнейшую обработку его для получения сухого ЗЦМ. Охлажденное в целях резервирования до температуры 4–8 °С (или без резервирования и охлаждения) обезжиренное молоко подвергают тепловой обработке при температуре 95–97 °С без выдержки и сгущают в пленочной вакуум-выпарной установке до содержания сухих веществ 40–43%.

Отдельно оцененные по качеству и учтенные по массе животные и гидрогенизированные жиры расплавляют при температуре 55–65 °С. Их смешивают с препаратами витаминов, антибиотиком, антиокислителем и фосфатидными концентратами. Массу добавок рассчитывают на основе материального баланса концентрирования. Полученную смесь жиров и фосфатидных концентратов смешивают с частью сгущенного обезжиренного молока и направляют в эмульсор. После эмульгирования ее смешивают со сгущенным обезжиренным молоком и подают на распылительную сушилку, где смесь высушивается при температуре поступающего воздуха 140–170 и отработанного – от 65 до 80 °С. Сухой ЗЦМ охлаждают до температуры 20–25 °С и упаковывают, как сухое обезжиренное молоко.

При использовании вальцовых сушилок тепловая обработка обезжиренного молока перед сгущением проводится при температуре 75–77 °С, сгущение – до 30–33% сухих веществ и сушка при температуре на поверхности вальцов 105–135 °С (давление пара, поступающего в вальцы, 0,35–0,4 МПа). Если эмульсор заменяют гомогенизатором, то смесь жиров и фосфатидных концентратов гомогенизируют при температуре 55–60 °С и давлении 10–15 МПа. Для эмульгирования применяют также гидродинамические вибраторы и метод вспрыска. Наряду с обезжиренным молоком для сухих ЗЦМ используются смеси его с сывороткой (несгущенной и сгущенной) и реже с пахтой. Допускается раздельное сгущение обезжиренного молока до массовой доли сухих веществ 35–40%, сыворотки – до 40–42% со смешиванием их после сгущения.

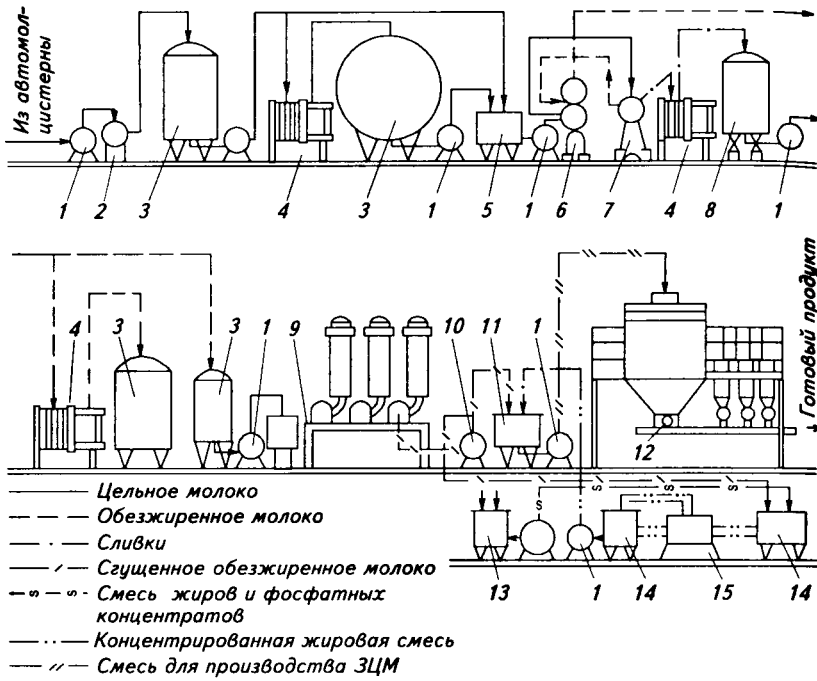


Рис. 39.1. Аппаратурно-технологическая схема сухого ЗЦМ для телят: *1 – насос; 2 – счетчик для молока; 3, 8 – емкости; 4 – пластинчатый охладитель; 5 – промежуточная емкость; 6 – трубчатый пастеризатор; 7 – сепаратор-сливкоотделитель; 9 – пленочная вакуум-выпарная установка; 10 – насос ротационный; 11, 13, 14 – ванны; 12 – распылительная сушилка; 15 – эмульсор*

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются основы создания безотходных производств?
2. Дайте характеристику напитков из обезжиренного молока, пахты.
3. Дайте характеристику напитков из молочной сыворотки.
4. Какие сыры вырабатывают из нежирного молочного сырья?
5. Как получают концентраты из обезжиренного молока, пахты и сыворотки методом сгущения?
6. В чем состоят особенности производства молочного сахара?
7. Какие заменители цельного молока производят из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки?

Список литературы

1. Белоусов А.П. Физико-химические процессы производства масла сбиванием сливок – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. – 264 с.

2. Вологодское маслоделие. История развития: Монография / Г.В. Твердохлеб, В.О. Шемякин, Г.Ю. Сажинов, П.В. Никифоров. – СПб: СПбГУНиПТ, 2002. – 245 с.

3. Голубева Л.В. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 376 с.

4. Крусь Г.Н., Храмцов А.Т., Волокитина З.В., Карпычев С.В. Технология молока и молочных продуктов. – М.: КолосС, 2005. – 455 с.

5. Производство сливочного масла / Ю.П. Андрианов, Ф.А. Вышемирский, Д.В. Качераускис и др.; под ред. Ф.А. Вышемирского. – М.: Агропромиздат, 1988. –268 с.

6. Производство сыра: технология и качество / Пер. с франц. Б.Ф. Богомолова; под ред. и с предисл. Г.Г. Шилера. – М.: Агропромиздат, 1989. – 496 с.

7. Технология сыра / Г.А. Белова, И.П. Будов, К.Д. Буткус и др., под ред. Г.Г. Шилера. – М.: Агропромиздат, 1984. –312 с.

8. Храмцов А.Г., Нестеренко П.Г. Безотходная технология в молочной промышленности – М.: Агропромиздат, 1989. – 280 с.

9. Чекулаева Л.В., Чекулаев Н.М. Сгущенные молочные консервы. Современная технология. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. –260 с.

Содержание

Предисловие 3
Введение 4
Часть I. Общая технология молочной отрасли 8
Глава 1. Молоко как сырье для молочной отрасли 8
Пищевая и биологическая ценность молока 8
Требования, предъявляемые к качеству потребляемого молока 12
Технологические свойства молока 15
Санитарно-гигиенические и противоэпидемические условия получения молока 22
Первичная обработка и транспортировка молока 25
Пороки молока 27
Глава 2. Механическая обработка молока и молочных продуктов 30
Очистка молока 30
Сепарирование 35
Гомогенизация 40
Мембранные методы обработки 43
Дезодорация и аэрация молочного сырья 48
Глава 3. Инактивация посторонней микрофлоры и предохранение от порчи молока и молочных продуктов 51
Биологические принципы обработки молочного сырья 51
Тепловая обработка молока 55
Физические и химические способы инактивации микрофлоры 59
Изменение компонентов молока при тепловой обработке 60
Сгущение и сушка молочного сырья 63
Глава 4. Производство заквасок 67
Подбор бактериальных препаратов 67
Приготовление заквасок в производстве 67
Применение ферментных препаратов 69
Бактериофаги 70
Глава 5. Санитарная обработка оборудования и тары 72
Мойка оборудования 72
Дезинфекция оборудования 75
Проверка эффективности санитарной обработки оборудования 77

Часть II. Технология молока и молочных продуктов 79
Глава 6. Молоко и сливки пастеризованные и стерилизованные 79
Молоко пастеризованное 79
Молоко витаминизированное 83
Молоко восстановленное 84
Молоко топленое, белковое и с наполнителями 85
Молоко стерилизованное 89
Сливки и сливочные напитки 95
Глава 7. Диетические кисломолочные продукты 98
Свойства и биологическая ценность диетических кисломолочных продуктов 98
Биохимические процессы брожения 102
Общая технология диетических кисломолочных продуктов 103
Простокваша 106
Диетические кисломолочные продукты лечебно-профилактического назначения 109
Ацидофильные диетические кисломолочные продукты 111
Кефир 112
Кумыс 116
Куранга 119
Диетические кисломолочные продукты с бифидобактериями 120
Глава 8. Сметана 123
Пищевая ценность сметаны 123
Производство сметаны традиционным способом 123
Производство сметаны с предварительной низкотемпературной обработкой сливок 131
Виды сметаны 133
Глава 9. Творог и творожные изделия 135
Пищевая и биологическая ценность творога 135
Производство творога традиционным способом 136
Производство творога раздельным способом 141
Технология творога обогащенного 144
Технология зерненого творога со сливками 145
Национальные виды творога 146
Творожные изделия 148
Молочные пасты 149
Творожные десерты, кремы 152

Продукты с радиопротекторными свойствами 154
Пороки творога 155
Глава 10. Технология мороженого 157
Виды мороженого, его пищевая и биологическая ценность 157
Характеристика применяемого сырья 159
Технологический процесс производства мороженого 162
Пороки мороженого 169
Глава 11. Общая технология молочных консервов 171
Теоретические основы консервирования 171
Виды молочных консервов и применяемое сырье 173
Технологический процесс производства молочных консервов 175
Глава 12. Сгущенные стерилизованные молочные консервы 193
Характеристика консервов 193
Сгущенное стерилизованное и концентрированное стерилизованное молоко 193
Глава 13. Сгущенные молочные консервы с сахаром 201
Характеристика консервов 201
Молоко цельное сгущенное с сахаром 201
Молоко сгущенное с сахаром 5%-ной жирности и продукт сгущенный сливочно-растительный с гидрогенизированным жиром и сахаром 211
Сливки сгущенные с сахаром 211
Сгущенные молочные консервы с сахаром и вкусовыми наполнителями 212
Глава 14. Сухие молочные продукты 215
Характеристика продуктов 215
Теоретические основы сушки 216
Молоко цельное сухое 218
Молоко сухое «Домашнее» 220
Сливки сухие 221
Сливки высокожирные сухие 221
Продукты молочные сухие с растительными компонентами 222
Продукты кисломолочные сухие 223
Продукты молочные сухие повышенной растворимости 224
Молоко сухое быстровосстанавливаемое 224
Смеси многокомпонентные сухие 227

Глава 15. Стойкость продуктов консервирования молока 230
Факторы, влияющие на изменение качества молочных консервов 230
Изменение качества молочных консервов 231
Глава 16. Детские молочные продукты 236
Особенности детского питания. Характеристика используемого сырья 236
Жидкие стерилизованные продукты 240
Кисломолочные детские продукты 243
Сухие продукты 247
Сухие молочные каши для детского питания 255
Продукты для лечебного питания 258
Глава 17. Виды масла, способы производства 271
Глава 18. Требования, предъявляемые к сырью в маслоделии. Подготовка сырья к переработке на масло 278
Качество сырья 278
Требования, предъявляемые к жирности сливок в маслоделии 284
Транспортирование, приемка и сортировка сырья на предприятии 286
Исправление пороков сливок 288
Подготовка сливок к переработке на масло 290
Пастеризация сливок 290
Глава 19. Производство масла способом сбивания 295
Низкотемпературная подготовка сливок к сбиванию (физическое созревание сливок) 295
Влияние различных факторов на закономерности фазовых превращений молочного жира 298
Режимы термомеханической обработки сливок (физического созревания) 311
Сквашивание сливок 315
Внесение краски 322
Теоретические основы сбивания сливок в масло 322
Влияние различных факторов на процесс сбивания сливок в масло 327
Производство масла в маслоизготовителях периодического действия 334
Производство масла в маслоизготовителях непрерывного действия 342
Формирование структуры и консистенции сливочного масла 349

Глава 20. Производство масла методом преобразования сливок **356**
Физико-химические основы преобразования высокожирных сливок в масло 357
Получение и нормализация высокожирных сливок 363
Производство масла в маслообразователях мешалочного типа 366
Термостатирование и холодильное хранение масла 375
Производство масла в вакуум-маслообразователе 376
Глава 21. Масло различных видов **380**
Вологодское масло 380
Любительское, крестьянское и бутербродное масло 384
Масло с наполнителями 386
Масло с повышенным содержанием СОМО и вкусовыми наполнителями 388
Масло с регулируемым жирнокислотным составом 393
Спреды. Комбинированные маслоподобные продукты 395
Консервные виды масла 397
Топленое масло 402
Технология получения молочного жира 407
Получение фракций молочного жира 408
Рафинированное масло 410
Восстановленное масло 410
Подсырное масло 412
Глава 22. Фасование, упаковывание, транспортирование и хранение масла **413**
Фасование, упаковывание и маркирование 413
Хранение и транспортирование масла 416
Стойкость масла 418
Глава 23. Оценка качества и пороки масла **421**
Оценка качества масла 421
Пороки вкуса и запаха 421
Пороки консистенции 427
Пороки посолки, цвета и упаковывания 431
Глава 24. Общая характеристика сыров и сырья для их производства **434**

Глава 25. Подготовка молока к производству сыра 438
Хранение и тепловая обработка молока 438
Нормализация молока 440
Созревание молока 440
Механическая обработка 442
Применение солей и бактериальных заквасок 442
Глава 26. Получение сычужного сгустка и его обработка 446
Глава 27. Формование, прессованиеи посолка сыра 453
Формование сыра 453
Прессование сыра 455
Посолка сыра 456
Глава 28. Созревание сыра 460
Характеристика процесса созревания 460
Изменение состава и свойств сыра при созревании 464
Формирование органолептических показателей сыра 471
Пути ускорения созревания сыров 474
Уход за сырами во время их созреванияи подготовка к реализации 476
Глава 29. Классификация сыров 482
Факторы, определяющие видовые особенности сыров 482
Схемы классификации сыров 485
Глава 30. Частная технология сычужных сыров 488
Твердые сыры с высокотемпературной обработкой сырной массы 488
Микробиологические процессы при созревании твердых сыров с высокотемпературной обработкой сырной массы 506
Твердые сыры с низкотемпературной обработкой сырной массы 507
Микробиологические процессы при созревании сыров с низкотемпературной обработкой сырной массы 527
Полутвердые самопрессующиеся сыры 528
Мягкие сыры 534
Глава 31. Технология кисломолочных сыров 542
Глава 32. Пороки сычужных сыров 546
Глава 33. Плавленые сыры 559
Общие сведения о плавленых сырах и применяемом сырье 559

Составление сырной массы 562
Плавление, охлаждение и фасование сырной массы 565
Глава 34. Основы создания безотходных производств 568
Глава 35. Напитки 576
Напитки из обезжиренного молока 576
Напитки из пахты 577
Напитки из молочной сыворотки 580
Глава 36. Белковые продукты 583
Творог 583
Сыры 584
Глава 37. Концентраты 586
Сгущенные концентраты без сахара 586
Сгущенные концентраты с сахаром 587
Сухие концентраты 589
Глава 38. Казеин и молочный сахар 592
Производство казеина 592
Производство молочного сахара 599
Глава 39. Заменители цельного молока 602
Жидкие и пастообразные заменители 602
Сухие заменители 604
Список литературы 607
Содержание 608

Учебное издание

Галина Васильевна Твердохлеб
Георгий Юрьевич Сажинов
Римгаудас Иозович Раманаускас

ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Главный редактор *О. В. Саламаха*
Редактор *Г. И. Елагин*
Научные редакторы *Е. А. Красильникова, О. В. Кислухина*
Художественный редактор *Н. И. Смирнова*
Компьютерная верстка *Д. С. Нечаев*

Подписано в печать 27.01.2006. Формат 60×90 1/16.
Бумага офсет № 1. Гарнитура "Таймс". Усл. печ. л. 38,5. Уч.-изд. л. 36,2.
Тираж 1000 экз. Заказ № 4233.
Издательство "ДеЛи принт". 123181, г. Москва, а/я 42, тел. (095) 265-7145
Отпечатано в ФГУП "Производственно-издательский комбинат ВИНИТИ"
140010, г. Люберцы Московской обл., Октябрьский пр-т, 403.

Книготорговая и издательская фирма «ДеЛи»

предлагает более 600 наименований книг по пищевой и перерабатывающей промышленности, в том числе:

1. **Глазурь для мороженого.** Творогова А.А., Оленев Ю.А. - М.: ДеЛи принт, 2001. - 157 с.
2. **Жиры. Химический состав и экспертиза качества.** Рудаков О.Б. и др. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 312 с.
3. **Заменители молока для молодняка сельскохозяйственных животных.** Щербакова О.Е. - М.: ДеЛи принт, 2003. - 103 с.
4. **Интенсивная технология молочного сахара.** Храмцов А.Г., Евдокимов И.А. - М.: ДеЛи принт, 2004. - 284 с.
5. **Как приготовить мороженое дома**. Оленев Ю.А., Борисова О.С. и др. - М.: ДеЛи принт, 2003. - 112 с.
6. **Новые технологии в производстве молочных продуктов**. Куниже в С.М., Шуваев В.А. - М.: ДеЛи принт, 2004. - 208 с.
7. **Оригинальные молочные напитки.** Храмцов А.Г., Василисин С.В. и др. - М.: ДеЛи принт, 2003. - 269 с.
8. **Производство вафель для мороженого.** Оленев Ю.А. - М.: ДеЛи принт, 2002. - 116 с.
9. **Промышленная переработка вторичного молочного сырья. Обезжиренное молоко. Молочная сыворотка. Пахта**. Храмцов А.Г., Василисин С.В. - М.: ДеЛи принт, 2003. - 100 с.
10. **Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования.** Рябчиков Б.Е. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 328 с.
11. **Современные технологии и оборудование для производства питьевого молока**. Голубева Л.В., Пономарев А.Н. - М.: ДеЛи принт, 2004. - 179 с.
12. **Справочник по производству мороженого.** Оленев Ю.А. - М.: ДеЛи принт, 2004. - 900 с.
13. **Сыроделие: Технологические, биологические и физико-химические аспекты.** Гудков А.В. - М.: ДеЛи принт, 2004. - 804 с.
14. **Технология и оборудование для производства мороженого.** Оленев Ю.А. - М.: ДеЛи, 2001. - 272 с.
15. **Технология лактулозы**. Рябцева С.А. - М.: ДеЛи принт, 2003. - 232 с.
16. **Технология молочных консервов и заменителей цельного молока**. Голубева Л.В. - М.: ДеЛи принт, 2005. - 376 с.
17. **Технология продуктов из молочной сыворотки.** Храмцов А.Г. и Нестеренко П.Г. - М.: ДеЛи принт, 2004. - 587 с.
18. **Химический состав российских пищевых продуктов. Справочник.** Скурихин И.М. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 244 с.
19. **Хранимоспособность молочных консервов.** Голубева Л.В. и др. - М.: ДеЛи принт, 2001. - 115 с.

Наш адрес: 123181, Москва, а/я 42
Тел./факс: (095)265-71-45; 742-94-95
E-mail: deli@deli.ru
www.deli.ru