

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.Т.10.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**

САЛОМОВ МУРОДУЛЛА НЕЪМАТОВИЧ

**УЗУМ ҚУРИТИШДА ҚУЁШ - ҲАВО ТЕХНОЛОГИЯСИНИНГ
ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

05.05.07 – Қишлоқ хўжалигида электр технологиялар ва электр ускуналар

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

ТОШКЕНТ–2020

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)
диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора
философии (PhD) по техническим наукам**

**Content of dissertation abstract of doctor
of philosophy (PhD) on technical sciences**

Саломов Муродулла Неъматович

Узум қуритишда қуёш - ҳаво технологиясининг энергия
самарадорлигини ошириш 3

Саломов Муродулла Неъматович

Повышение энергоэффективности солнечно-воздушной технологии
при сушке винограда 19

Salomov Murodulla Ne'matovich

Improving the energy efficiency of solar-air technology
for drying grapes 35

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published
works 38

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.03/30.12.2019.Т.10.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**

САЛОМОВ МУРОДУЛЛА НЕЪМАТОВИЧ

**УЗУМ ҚУРИТИШДА ҚУЁШ - ҲАВО ТЕХНОЛОГИЯСИНИНГ
ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

05.05.07. – Қишлоқ хўжалигида электр технологиялар ва электр ускуналар

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

ТОШКЕНТ–2020

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси
«Техника фанлари Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида
18.2.PhD/T779 рақам билан рўйхатга олинган».

Диссертация Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари
институтининг бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус ва инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-
саҳифасида (www.tiiame.uz) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида (www.ziyo.net)
жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Раджабов Абдурахман

техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Исаков Абдусанид Жалилович

техника фанлари доктори, профессор

Тоиров Зувур Тоирович

техника фанлари номзоди, доцент

Етакчи ташкилот:

Академик М.Мирзаев номидаги боғдорчилик,

**узумчилик ва виночилик илмий тадқиқот
институтининг**

Диссертация химояси Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш
муҳандислари институтининг ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.10.01 рақамли Илмий кенгашнинг
2020 йил 13 ноябр соат 12⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100000, Тошкент,
Қори Ниёзий кўчаси, 39-уй. Тел.: (+99871)237-09-45; факс: (+99871)237-38-79, e-mail:
admin@tiiame.uz).

Диссертация билан Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш
муҳандислари институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (_____ -рақами билан
рўйхатга олинган) (100000, Тошкент, Қори Ниёзий кўчаси, 39-уй. Тел.: (+99871)237-09-45;
факс: (+99871)237-38-79, e-mail: admin@tiiame.uz).

Диссертация автореферати 2020 йил «31» Октябр кунини тарқатилди.
(2020 йил «31» Октябр даги № 1 рақамли реестр баённомаси).



Б.С.Мирзаев

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

К.Д.Астанакулов

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш илмий котиби в.б., т.ф.д., к.и.х.

Х.М.Муратов

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш қошидаги илмий семинар
раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини қайта ишлаш жараёнида замонавий энергия тежамкор технологиялар асосида юқори сифатли маҳсулотлар ишлаб чиқариш етакчи ўринни эгалламоқда. «Дунё миқёсида ҳар йили 70-75 млн. тонна узум етиштирилишини ҳисобга олсак»¹, қуритилган узум, яъни кишмиш ишлаб чиқаришда иш сифати ва унумдорлиги юқори ҳамда энергия-ресурстежамкор техник воситалар ва қурилмаларни ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Шу билан бирга узум қуритишда энергия тежамкор технологиялар ва техник воситаларни такомиллаштиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда қуритилган мева маҳсулотлари ишлаб чиқариш технологик жараёнларининг энергия тежамкор усуллари ва янги илмий-техникавий ечимларини ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан, қуритилган мева маҳсулотларини ишлаб чиқариш қуёш-ҳаво технологиясини такомиллаштириш ва янги техника воситаларини яратиш ҳамда технологик иш жараёнларини асослаш муҳим аҳамият касб этади. Мева маҳсулотларини қуритишда уларга дастлабки ишлов бериш, қуритиш техник воситаларининг бир маромда ишлашини таъминлаш орқали юқори иш сифати ва унуми ҳамда энергия самарадорликка эришиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Шу жиҳатдан, узум қуритишнинг янги қуёш-ҳаво технологияси учун такомиллаштирилган техник воситаларни ишлаб чиқиш зарур ҳисобланади.

Республикамизда экологик тоза қуритилган мевалар ишлаб чиқаришда меҳнат ва энергия сарфини камайтириш, ресурсларни тежаш, узум ва мева-сабзавотларни илғор технологиялар асосида қайта ишлашда уларнинг барча табиий ва фойдали элементларини сақлаган ҳолда юқори самарадорликка эга бўлган ресурстежамкор техника ва технологияларни ишлаб чиқиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан, «...қишлоқ хўжалигини модернизация қилиш, қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини ишлаб чиқаришни изчил ривожлантириш, мамлакатимиз озиқ-овқат хавфсизлигини янада мустаҳкамлаш, экологик тоза маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кенгайтириш, қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини чуқур қайта ишлаш»² вазифалари белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни бажаришда, жумладан табиий элементлари юқори даражада сақланган ҳамда витамин, углевод, минерал моддаларга бой мева-сабзавотларни сифатли қуритадиган техник воситаларни техник ва технологик жиҳатдан модернизациялаш ҳисобига сифати юқори бўлган маҳсулотлар олиш ва уларнинг таннархини пасайтириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

¹ <https://www.statista.com/statistics/264001/worldwide-production-of-fruit-by-variety/>

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони ва 2016 йил 12 апрелдаги ПҚ-2520-сон «Мева-сабзавот маҳсулотлари, картошка ва полиз экинларини сотиб олиш ва фойдаланиш тизимини такомиллаштириш бўйича тадбирлар тўғрисида»ги, 2017 йил 6 январдаги ПҚ-2716-сон «2017-2018 йилларда мева-сабзавот маҳсулотларини сақлаш ва чуқур қайта ишлаш қувватларини ташкил этишни ривожлантириш бўйича кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги, 2017 йил 26 майдаги «2017 - 2021 йилларда қайта тикланувчи энергетикани янада ривожлантириш, иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари дастури тўғрисида»ги ПҚ-3012-сонли Қарорлари, Вазирлар Маҳкамасининг 2018 йил 20 ноябрдаги 935-сон «Республикада 2019-2020 йилларда мева-сабзавот маҳсулотларини қайта ишлаш ҳажмларини кўпайтиришга доир кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Қишлоқ хўжалик маҳсулотларига электрофизик таъсирлар асосида энергия тежамкорликка эришиш ва қишлоқ хўжалигида қайта тикланувчи энергия манбалари (ҚТЭМ)дан фойдаланишнинг назарий ва амалий масалалари бўйича С.А.Ракутько, И.З.Шур, В.М.Варонин, А.М.Басов, Д.М.Червяков, А.В.Ликов, М.А.Филоненко, А.С.Гинзбург В.Н.Карпов, С.К.Шерязов, Л.А.Саплин, Д.С.Стребков ва бошқалар томонидан тадқиқотлар олиб борилган.

Мамлакатимизда қуритиш технологияси ва техникаларини ишлаб чиқиш ва уларни энергетик такомиллаштириш бўйича М.Мирзаев, А.Раджабов, Х.М.Муротов, Г.Г.Умаров, Ш.М.Мирзияев, О.Н.Юсупбеков, Б.П.Шаймарданов, З.С.Искандаров, З.Тоиров, М.Р.Назаров, С.Г.Ильясов, Е.В.Стативкин, О.Т.Ахмедов, А.Воҳидов, А.Боқиев ва бошқалар шуғулланишган.

Олиб борилган ушбу тадқиқот ишларида ишлаб чиқилган узум қуритиш усуллари ва қурилмалари қишлоқ хўжалигида муайян ижобий натижаларга эришган ҳолда фойдаланилмоқда. Аммо бу тадқиқотларда узумни қуритиш жараёнида анъанавий ва ноанъанавий қайта тикланувчи энергия манбаларидан биргаликда комплекс фойдаланиш орқали узум қуритишда қуёш-ҳаво технологиясининг самарадорлигини ошириш масалалари ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти илмий тадқиқот ишлари режасининг ҚХА-4-004-2015 «Боғдорчилик ва узумчиликка ихтисослашган

фермер хўжаликлар (БваУИФХ) истеъмолчиларни қайта тикланувчи энергия манбаларидан (КТЭМ) комплекс фойдаланишга асосланган локал энергия таъминоти тизимини ишлаб чиқиш» (2015-2017), ВА-ҚХФ-2-005 «Қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш технологияларини ривожлантиришнинг илмий-методологик асослари (қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқариш мисолида)» (2017-2020) мавзуларидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади электрофизик таъсирлардан ва қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиб қуёш-ҳаволи узум қуритгичини энергетик самарадорлигини оширишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

узум қуритиш, жумладан қуёш-ҳаволи қуритиш технологияси, техникаси ва уларни энергетик кўрсаткичларини таҳлил қилиш.

узум қуритишда электротехнологик ва электрофизик факторларни технологик объектлар ва қуритиш жараёнларига таъсири бўйича назарий тадқиқотлар олиб бориш;

узум қуритишда электр ишлов бериш ва қуритиш технологияларининг режим ва параметрларини асослаш;

ишлаб чиқилган такомиллаштирилган технологияни амалда синаб кўриш ва самарадорлигини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти узумни қуритишнинг энерготехнологик жараёнлари ва уларнинг қайта тикланувчан энергия манбаларига асосланган энергия таъминотидан иборат.

Тадқиқотнинг предмети узум қуритишда энерготехнологик жараёнларнинг амалга ошиш қонуниятлари ва уларнинг қайта тикланувчи энергия манбалари билан биргаликдаги энергия таъминоти тизимининг параметрлари ва уларни аниқлаш имконини берадиган боғлиқликлар.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқот жараёнида биологик объектларга электрофизик таъсирларни ўрганиш биофизика қонунлари асосида, қуритилманинг электр ишлов бериш режимлари ва параметрларини аниқлашда экспериментларни математик режалаштириш ва регрессиявий таҳлил усулларида, тажриба натижаларига ишлов беришда математик статистика усулларида ва мавжуд меъёрий ҳужжатларда белгиланган усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

узум қуритишга мўлжалланган анъанавий ва ноанъанавий энергия манбаларига эга такомиллаштирилган қуёш қуриткич ишлаб чиқилган;

қуёш қуритгичининг конструктив параметрлари қуритиш камерасидаги ҳаво ҳарорати ва тезлигини ҳисобга олган ҳолда имитацион модель орқали аниқланган;

қуёш-ҳаволи узум қуритиш технологиясининг режимлари дастлабки электр импульсли ишлов бериши асосланган;

қуритиш камерасини узунлиги ва эни бўйича олинган энергетик кўрсаткичлар ва уларни ўзгариш динамикаси асосида қуёш-ҳаволи қуриткичнинг мақбул параметрлари аниқланган;

маҳсулотга йўналтирилган қуёш энергияси ҳаракатланишида ихтиёрий ўзгартирилиш жараёнини таҳлил қилиш схемаси ва қуёш-ҳаво технологиясининг энергетик самарадорлигини нисбий энергия сифими орқали баҳолаш услуги ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

узум қуритишни энергия самарадор электротехнологияси ва техник воситаси ишлаб чиқилган;

экспериментал тадқиқотлар асосида узум қуритиш учун такомиллаштирилган техник воситаларнинг асосий параметрлари аниқланган; қуёш-ҳаво қуритгичнинг такомиллаштирилган конструкцияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги изланишларнинг замонавий усуллар ва ўлчаш воситаларидан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, узумни қуритиш техник воситаларнинг параметрларини назарий жиҳатдан асослашда олий математика, назарий механиканинг асосий қоида ва усулларига амал қилинганлиги, назарий ва амалий тадқиқотлар натижаларининг адекватлиги, бажарилган тадқиқотлар асосида ишлаб чиқилган такомиллаштирилган техник воситалар синовларининг ижобий натижалари ва амалиётга жорий этилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти қуритилган узум сифатининг электрофизик таъсирлар натижасида яхшиланишини илмий асосланганлиги, электр импульсли ишлов бериб, узум қуритиш жараёнини тавсифловчи моделлар ишлаб чиқилганлиги ва олинган моделлар ва аналитик боғланишлардан бошқа шу каби қурилмаларнинг параметрларини асослашда қўллаш мумкинлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти узумни қуритишда электр импульсли ишлов беришни қўллаш орқали қуритишга сарфланаётган умумий энергия микдорини 1,8-2,0 баробарга камайтириш, сифатли майиз ишлаб чиқариш билан бирга қуритилган узумнинг ҳар бир килограммидан 8505,9 сўм даромад олиш таъминланганлигидан иборат.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Узум қуритишда қуёш-ҳаво технологиясининг энергия самарадорлигини ошириш бўйича олинган натижалар асосида:

узум қуритиш учун қуёш қуритгич қурилмасига Интеллектуал мулк агентлигининг фойдали моделига патенти олинган («Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қуритиш учун қуёш қуритгичи», №FAP 01312-2018 й.). Натижада такомиллаштирилган қуёш қуритгич қурилмасини ишлаб чиқиш имкони яратилган;

қуёш-ҳаволи узум қуритиш технологиясининг режимларига эга такомиллаштирилган қуритгич қурилма Тошкент вилояти Паркент тумани «Чанги Сайидумар» фермер хўжалигида жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 24 июндаги 02/035-1863-сон маълумотномаси). Натижада узум қуритиш вақтини 1,1-1,2 баробар камайтириш имкони яратилган;

курутиш камерасини узунлиги ва эни бўйича қуёш энергиясининг мақбул ҳаракатига эга қуёш-ҳаво қурутиш қурилмаси Бухоро вилояти Шофиркон тумани «Савриддин Мехриддин» ва «Исмоилов» фермер хўжаликларида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 24 июндаги 02/035-1863-сон маълумотномаси). Натижада қайта тикланувчи энергия манбаларидан комплекс фойдаланиб такомиллаштирилган қуёш-ҳаво қурутгич қурилмасини ишлаб чиқиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқотнинг назарий ва амалий натижалари 9 та илмий-амалий анжуманларда, жумладан 4 та халқаро ва 5 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича 15 та илмий иш, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, жумладан 3 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда чоп этилган, 1 та патент олинган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 130 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ишнинг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг объект ва предметлари тавсифланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар тараққиёти устувор йўналишларига мослиги, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари, тадқиқотнинг ишончлилиги уларнинг амалиётга жорий этилиши баён қилинган, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Узум қурутиш жараёни технологияси ва энергетик кўрсаткичлари таҳлили, Тадқиқот мақсади ва вазифалари**» деб номланган биринчи бобида диссертация мавзуси доирасида хорижий ва республикамизда нашр этилган адабий маълумотлар шарҳланган. Жумладан, ўсимлик маҳсулотларини қурутишнинг замонавий технологиялари, узум қурутиш мавжуд технологияси ва электротехнологик ускуналари, узум ва меваларни қурутишда қўлланиладиган мини технологиялар, қуёш-ҳаво қурутиш технологияларининг турлари бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Қуёш-ҳаво узум қурутгичини энергия истеъмол режимларини тадқиқ қилиш**» деб номланган иккинчи бобида қуёш-ҳаво қурутгичини иссиқлик-техник характеристикалари ифодалари, қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини қуёш нурланиши орқали қурутиш жараёнида қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш самарадорлигини энергетик

баҳолаш методикаси, қуёш-ҳаво қуритгичида энергияни ўзгариш босқичларини энергетик таҳлили келтирилган.

Қуритгични иссиқлик-техник характеристикалари билан танишиш мақсадида унинг ҳар бир элементлари учун энергетик баланслари тузилди.

Ёруғлик ўтказувчи (шишали ёки полиэтиленли) қатлам учун энергетик баланс:

$$\alpha_{\text{юк}} I_{\text{эфф}} F_{\text{ёр.ўт.қ}} = K_{\text{к(ёр.ўт.қ-ҳаво)}} (T_{\text{ёр.ўт.қ}} - T_{\text{ҳав}}) F_{\text{ёр.ўт.қ}} + K_{\text{к(ёр.ўт.қ-атр.м)}} (T_{\text{ёр.ўт.қ}} - T_{\text{атр.м.}}) F_{\text{ёр.ўт.қ}} + K_{\text{р(ёр.ўт.қ-осм.)}} (T_{\text{ёр.ўт.қ}} - T_{\text{осм}}) F_{\text{ёр.ўт.қ}} \quad (1)$$

бунда: $\alpha_{\text{юк}}$ – ёруғлик ўтказувчи қатламнинг иссиқлик ютиш қобилияти;

$I_{\text{эфф}}$ – қуёш нурланиши зичлигини эффе́ктив ўрта соатлик қиймати (Bm/m^2);

$F_{\text{ёр.ўт.қ}}$ – ёруғлик ўтказувчи қатламнинг юзаси (m^2);

$K_{\text{к}}$ – конвектив иссиқлик алмашиш коэффициентлари (Bm/m^2K);

$K_{\text{р}}$ – радиацион иссиқлик алмашиш коэффициентлари (Bm/m^2K);

$T_{\text{ёр.ўт.қ}}$, $T_{\text{ҳав}}$, $T_{\text{атр.м.}}$, $T_{\text{осм}}$ – ёруғлик ўтказувчи қатламнинг ҳавонинг, атроф муҳит ва осмоннинг тегишли ҳароратлари, бу ерда $T_{\text{ҳав}} = T_{\text{осм}}$ деб қабул қилинган.

Қуритилаётган маҳсулотнинг юзаси учун энергетик баланс:

$$\tau_{\text{ёр.ўт.қ}} \alpha_{\text{аб}} I_{\text{эфф}} F_{\text{аб}} = K_{\text{р(аб-ёр.ўт.қ)}} (T_{\text{аб}} - T_{\text{ёр.ўт.қ}}) F_{\text{аб}} + K_{\text{к(аб-ёр.ўт.қ)}} (T_{\text{аб}} - T_{\text{ёр.ўт.қ}}) F_{\text{аб}} + K_{\text{к(аб-ҳав)}} (T_{\text{аб}} - T_{\text{ҳав}}) F_{\text{аб}} \quad (2)$$

бунда: $\tau_{\text{ёр.ўт.қ}}$ – полиэтилен (шишали) юзанинг ёруғлик ўтказиш коэффициентлари;

$\alpha_{\text{аб}}$ – абсорбер (қуритилаётган маҳсулотнинг) иссиқлик ютиш қобилияти;

$F_{\text{аб}}$ – абсорбер (қуритилаётган маҳсулот) нинг юзаси, (m^2);

$K_{\text{к}}$ ва $K_{\text{р}}$ – конвектив ва радиацион иссиқлик алмашувларининг тегишли коэффициентлари (Bm/m^2K);

$T_{\text{аб}}$ – абсорбер (қуритилаётган маҳсулот) нинг ҳарорати.

Маҳсулот юзасидаги ҳаво қатлами (1-чи) учун энергетик баланси:

$$K_{\text{к(ёр.ўт.қ-ҳав.1)}} (T_{\text{ёр.ўт.қ}} - T_{\text{ҳав.1}}) b dx = \dot{m}_{\text{ҳав.1}} C_{\text{ҳав.1}} \frac{dT_{\text{ҳав.1}}}{dx} dx + K_{\text{к(ҳав.1-макс.)}} (T_{\text{ҳав.1}} - T_{\text{макс.}}) b dx \quad (3)$$

бунда: $T_{\text{ҳав.1}}$, $T_{\text{макс.}}$ – маҳсулот юзасидан оқиб ўтаётган ҳавонинг (1-чи) ва қуритилаётган маҳсулотнинг тегишли ҳароратлари;

$\dot{m}_{\text{ҳав.1}}$ – 1-чи қатламдан оқётган ҳаво массасининг сарфи ($кг/с$);

$C_{\text{ҳав.1}}$ – 1-чи ҳаво қатламининг солиштирма иссиқлик сифими ($Ж/кг \cdot K$).

Маҳсулот остидаги ҳаво қатлами (2-чи) учун энергетик баланси:

$$K_{\text{к(макс.-ҳав.2)}} (T_{\text{макс.}} - T_{\text{ҳав.2}}) b dx = \dot{m}_{\text{ҳав.2}} C_{\text{ҳав.2}} \frac{dT_{\text{ҳав.2}}}{dx} dx + \Delta K_{\text{ис.иср}} (T_{\text{ҳав.2}} - T_{\text{атр.мух}}) b dx \quad (4)$$

бунда: $T_{\text{ҳав.2}}$ – 2-чи ҳаво қатламининг ҳарорати;

$\dot{m}_{\text{ҳав.2}}$ – 2-чи қатламдан оқётган ҳавонинг сарфи, ($кг/с$);

$C_{\text{хав.2}}$ – 2-чи ҳаво қатламининг солиштирма иссиқлик сифими, ($\text{Ж}/\text{кг}\cdot\text{К}$);

$T_{\text{атр.мух}}$ – атропо муҳит ҳарорати;

$\Delta K_{\text{ис.иср}}$ – қуритгич остидаги иссиқлик исрофлари коэффиценти ($\text{Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$).

Қуритиш жараёни моделларини ифодаловчи дифференциал тенгламалар иссиқлик ва масса узатиш қонунларига асосланган. Қуритилаётган маҳсулот ва ҳаво оқими орасидаги энергетик баланси қуйидаги дифференциал тенгламалар билан ифодаланади:

$$\dot{m}_{\text{хав.}} (C_{\text{хав.}} - C_{\text{буғ-хав.}} \varphi) \frac{\partial T_{\text{хав.}}}{\partial y} = \rho_{\text{мах.}} C_{\text{буғ-хав.}} (T_{\text{хав.}} - T_{\text{мах.}}) \frac{\partial M}{\partial t} + \rho_{\text{мах.}} (C_{\text{мах.}} + C_{\text{хав.}} M) \frac{\partial T_{\text{мах.}}}{\partial t} + \rho_{\text{мах.}} L_{\text{мах.}} \frac{\partial M}{\partial t} \quad (5)$$

бунда: $\dot{m}_{\text{хав.}}$ – ҳаво массасининг сарфи ($\text{кг}/\text{с}$); $C_{\text{хав.}}$ ва $C_{\text{буғ-хав.}}$ – ҳаво ва буғ-ҳаво аралашмаларининг тегишли солиштирма иссиқлик сифимлари ($\text{ДЖ}/\text{кг}\cdot\text{К}$); φ – ҳавонинг намлиги; $T_{\text{хав.}}$ – ҳавонинг ҳарорати; y – қуритилаётган маҳсулотнинг қалинлиги (м); $\rho_{\text{мах.}}$ – маҳсулотни солиштирма зичлиги ($\text{кг}/\text{м}^3$); M – маҳсулотни солиштирма зичлиги ($\text{кг сув} / \text{кг қуриган маҳсулот}$);

$L_{\text{мах.}}$ – маҳсулотдан намликни буғлаб чиқарадиган яширилган иссиқлик миқдори, ($\text{ДЖ}/\text{кг}\cdot\text{К}$).

Қуритилаётган маҳсулот ва ҳаво оқими билан иссиқлик алмашувини ифодаловчи тенглама қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\rho_{\text{махс.}} (C_{\text{махс.}} + C_{\text{в}} M) \frac{\partial T_{\text{махс.}}}{\partial t} = K_{\text{в}} (T_{\text{в}} - T_{\text{махс.}}) + \rho_{\text{махс.}} L_{\text{махс.}} \frac{\partial M}{\partial t} \quad (6)$$

бунда: $K_{\text{в}}$ – ҳажмли иссиқлик узатиш коэффиценти ($\text{ДЖ}/\text{м}^3\text{сК}$).

Қуёш-ҳаво қуритгичини фойдали иш коэффицентини қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:

$$\eta = \frac{A}{B} = \frac{L_{\text{махс.}} \sum_{t=1}^{t=24} \varphi^{**}}{3600 F_{\text{махс.}} \sum_{t=1}^{t=24} I_t} \quad (7)$$

бунда: A – маҳсулот намлигини камайтиришга сарфланадиган иссиқлик энергияси; B – қуритгичда 1 суткада йиғилган қуёш энергияси.

Қуритиш камерасининг узунлиги бўйича ҳароратни ўзгариш динамикасини тасвирлаш учун CAD модели «SolidWorks» муҳитида қўриб чиқилди.

Қуритиш камерасининг узунлиги бўйича ҳароратни ўзгариш динамикасини тасвирлаш учун CAD модели «SolidWorks» муҳитида яратилган имитацион модель асосида қуритгичдаги жараёнлар ўрганиб чиқилди. Қуёш-ҳаво қуритгичнинг узунлиги бўйича ички ҳаво ҳарорати ва тезлигини ўзгариши, ҳаво турбулентлиги ҳарорати, тезлиги ва давомийлигини график тасвирлари имитацион моделда аниқланди.

Энерготехнологик жараёни (ЭТЖ) деганда маҳсулотга (истеъмолчи) берилаётган энергия (Q) орқали унга (маҳсулотга) фойдали энергиясини (P) сингдириб керакли натижалар олишдир. Ҳақиқий ЭТЖда энергия исрофлари (ΔQ) кузатилади.

Қуритгичда қуёш энергиясидан самарали фойдаланишни ифодаловчи коэффицент ($K_i^{\text{эсф}}$) деган тушунча қабул қилинди:

$$K_i^{эсф} = \frac{Q_{i+1}'}{Q_{i+1}} \quad (8)$$

бунда: Q_{i+1}' – куёш энергиясидан самарали фойдаланувчи чоралар қўллангандан кейин i -босқичи чиқишидаги энергия миқдори; Q_{i+1} – қўшимча чоралар қўлланмаган ҳолда i -босқичи чиқишидаги энергия миқдори.

Босқич энергия сиғими тушунчасидан фойдаланлган ҳолда энергиядан самарали фойдаланиш коэффициентини янги ифодасини келтирилди:

$$K_i^{эсф} = \frac{\varepsilon_i'}{\varepsilon_i} \quad (9)$$

бунда: ε_i – қўшимча чоралар қўлланмаган ҳолда энергияни ўзгартириш i -босқичидаги жараённинг нисбий энергия сиғими; ε_i' – энергиядан самарали фойдаланувчи чоралар қўллангандан кейин энергияни ўзгартириш i -босқичидаги жараённинг нисбий энергия сиғими.

Куёш ҳаво қуритгичида энергиядан самарали фойдаланишни ҳар бир босқичнинг нисбий энергия сиғими орқали баҳолаш мумкин.

Куёш-ҳаво қуритгичи 3 та энергияни ўзгартириш босқичидан иборат:

1-босқич – қуритиш камерасига плёнка орқали куёш нурларини кириши;

2-босқич – қуритиладиган маҳсулотга иситилган ҳавони ҳайдаш;

3-босқич – иссиқ ҳавони йўналтиргичлар ёрдамида маҳсулот юзаси бўйича текислаш.

Демак, куёш-ҳаво қуритгич босқичларидан энергиядан унумли фойдаланиб энергия технологик жараёнида куёш энергиясидан самарали фойдаланишни 2,37 баробар ошириш мумкин.

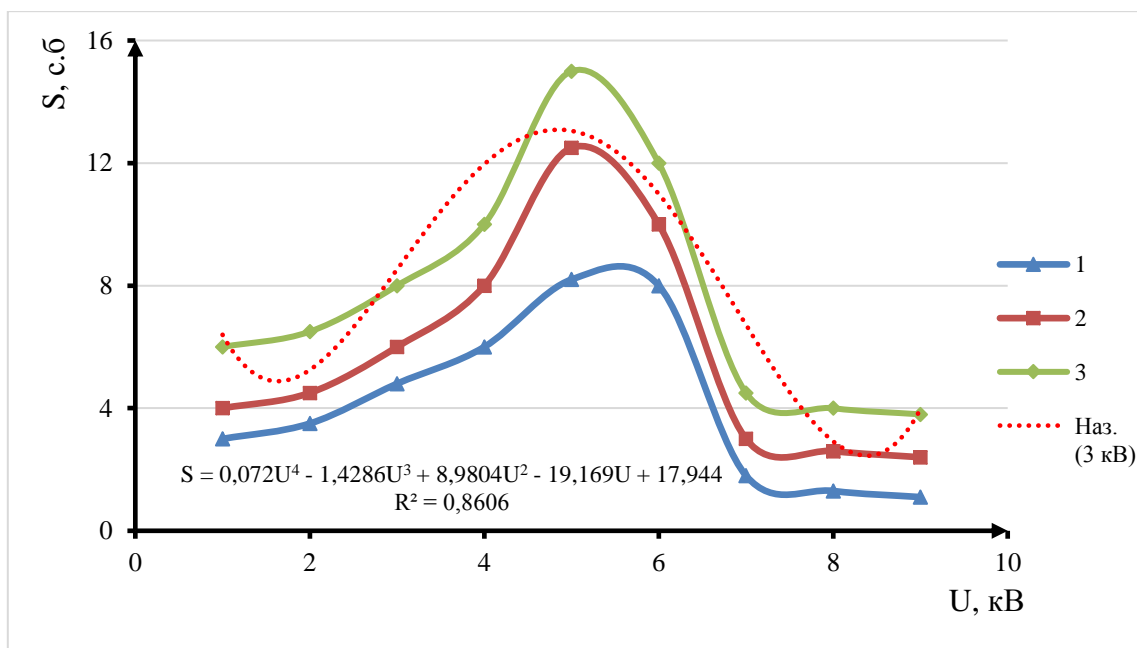
Диссертациянинг «**Куёш ва шамол электр станцияси ҳамда узум мевасини куёш-ҳаво қуритиш технологиясини экспериментал тадқиқ этиш**» деб номланган учинчи бобида куёш ва шамол электр станциясининг параметрларини, узумга қуритишдан олдин электр импульсли ишлов бериш ва қуритиш жараёнининг режим ва параметрларини аниқлаш бўйича ўтказилган экспериментал тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Куёш нурланишининг турли интенсивлигида куёш электр станциясининг параметрларини аниқлаш бўйича экспериментал тадқиқотлар ўтказилди. Экспириментал тадқиқотлар асосида июль, август, сентябрь ойларида куёш нурланиши солиштирма қувватини кун давомида ўзгариши қонуниятларининг аналитик ифодалари аниқланди. Фотоэлектр ўзгартиргич токи ва кучланишини куёш радиациясига боғлиқлиги бўйича аналитик ва график ифодалари аниқланди, шунинг билан биргаликда фотоэлектр ўзгартиргичнинг вольт-ампер характеристикалари ҳам аниқланди.

Шамол электр қурилманинг асосий энергетик характеристикаларини аниқлаш мақсадида тадқиқотлар генераторнинг салт ишлаш режими ва юкламада ўтказилди. Шамол электр станциясининг асосий элементи бўлган шамол генераторининг кучланиши ва қувватини айланиш тезлигига боғлиқлик параметрлари аниқланди. Турли юклама ва шамол тезлигида шамол электр қурилма қувватини ўзгариши бўйича аналитик ва график ифодалар олинди.

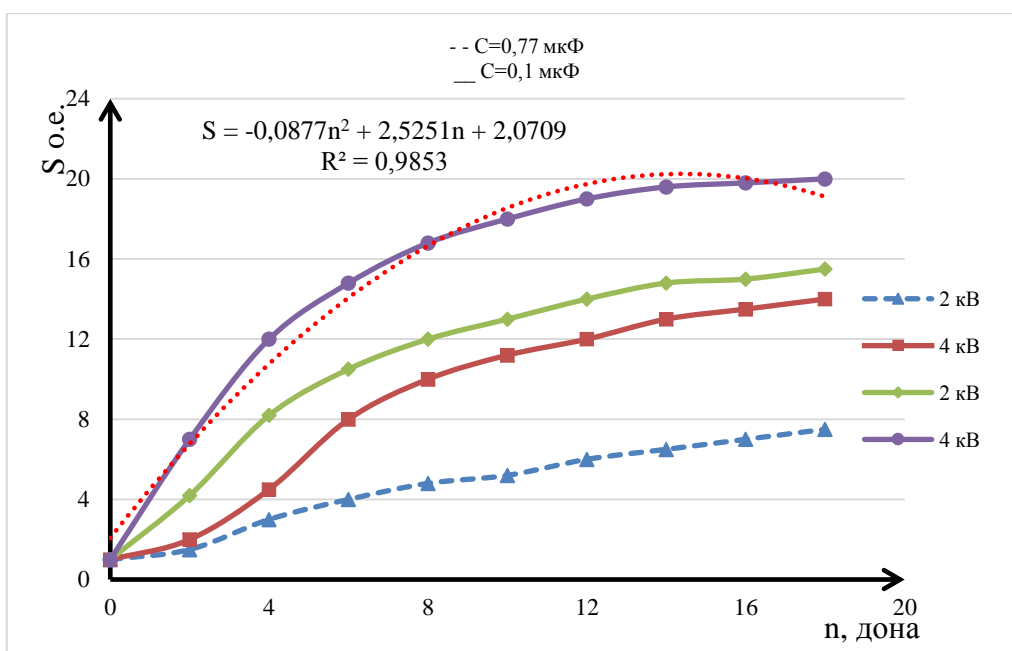
Эксперимент натижаларига математик статистика усуллари билан ишлов берилди. Математик статистика усулларини қўллашда ЭҲМ ёрдамида excel жадвал муҳарриридаги «Регрессия таҳлили» дастуридан фойдаланилди.

Кучланиш миқдорини 5 кВ гача ошириш билан узум мевасини шикастланиш даражаси кескин ошади. Кучланиш ошишини давом эттирганда шикастланиш эффекти камаяди. Бунинг сабаби мева юзасидан оқиб ўтаётган тоқларнинг қиймати ҳажмдан ўтаётган тоқларга нисбатан анча катталигидадир. Натижада меванинг шикастланиш даражаси кескин камаяди (1-расм).



1-расм. «Қора кишмиш» навли узум меваси тўқимаси шикастланиш даражасини электр импульсли разряд кучланишига боғлиқлиги ($C=0,1$ мкФ; разрядлар сони: 1- $n=4$; 2- $n=3$; 3- $n=14$)

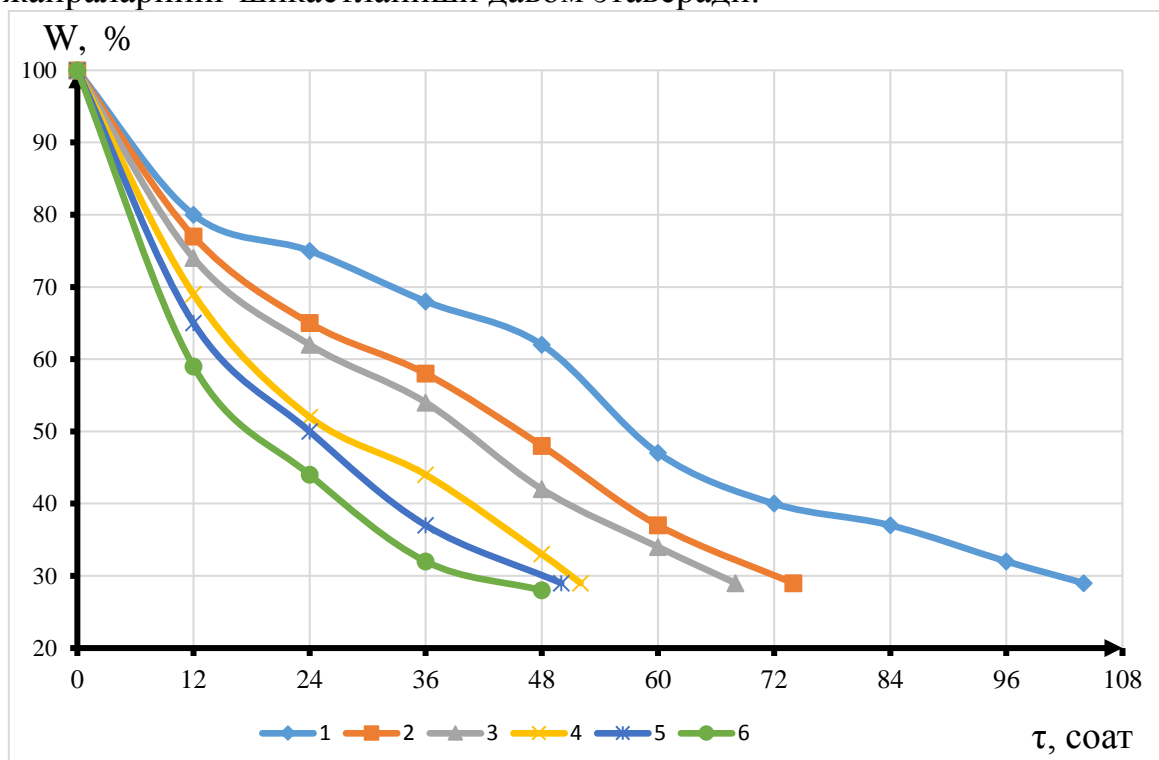
Бирламчи импульслар сони ошиши билан хужайрани жонсизланиш даражаси интенсив ошади ва импульслар сони маълум бир сонларидан кейин шикастланиш даражаси ўзгармайдиган ҳолатга келиб қолади. Бу ҳолат мевалар хужайралари максимал жонсизлантирилганлигини билдиради. Хужайраларни тўлиқ жонсизлантириш (ўлдириш) импульслар сони 16-18 ларга тенг бўлганда пайдо бўлади (2-расм).



2-расм. «Қора кишмиш» навли узум меваси тўқимаси шикастланиш даражасини электр импульс кучланиш разрядлар билан боғлиқлиги (U=2 кВ ва 4 кВ; C=0,77 мкФ ва 0,1 мкФ)

Шикастланиш даражасини импульслар сони билан функционал боғланишини ўрганишда қуйидаги қонуниятлар аниқланди.

Тўқима хужайралари орасида шикастланиш даражаси 90 % ошган ҳолда электр импульслар таъсири тўхтаганидан сўнг ҳам 10-15 минут давомида хужайраларнинг шикастланиши давом этаверади.



3-расм. Турли шикастланиш даражасида узум мевасининг нисбий оғирлигининг қуриш вақтига боғлиқлиги: 1-назорат, 2-20, 3-40, 4-60, 5-80, 7-100 % (T=70 °C, V=1,5 м/с)

Бундай ҳодисалар ўсимлик организмларига электр импульсли ишлов бериш жараёнида энергия тежамкорлик ечимларини аниқлашда катта қизиқиш уйғотиши мумкин.

Графикдан (3-расм) қуйидагича хулоса қилиш мумкин, қуритиш камерасидаги ҳарорат ва шикастланиш даражасининг қиймати ошиши билан қуритиш тезлиги ва узумнинг нисбий оғирлиги камайиб боради.

Кодланган қийматларни натурал қийматларга ўтказиб ва тегишли ўзгаришлардан кейин узум қуритиш жараёнида тайёр маҳсулот чиқиши ва қуритиш жараёни давомийлигини ифодаловчи математик моделлари қуйидаги кўринишга келади:

$$B = 39,5 + 7,24T - 15,36V - 0,989S + 0,2TV - 0,02TS + 0,01VS - 0,0632T^2 - 2,36V^2 + 0,042S^2$$

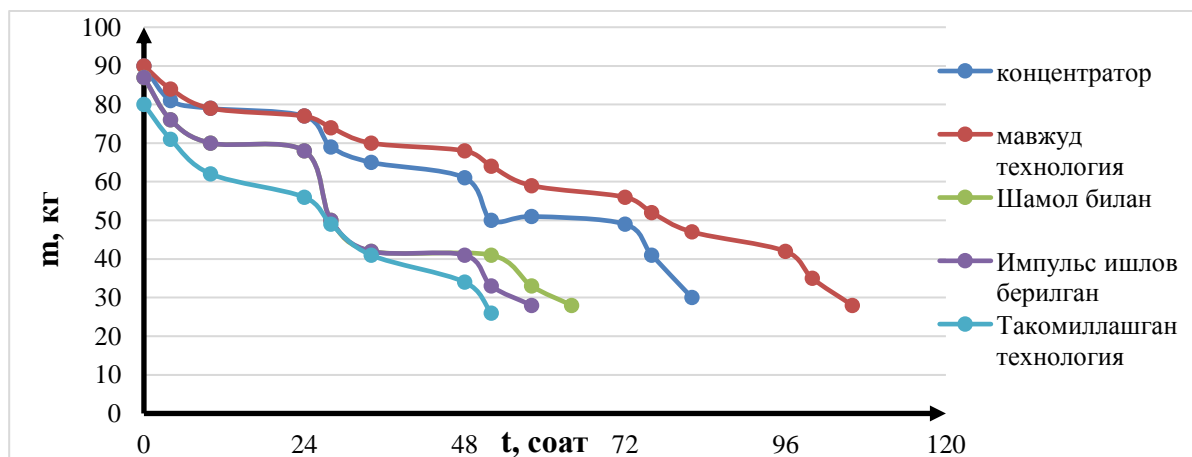
$$\tau = 377,02 - 16,428T - 53,44V - 2,405S + 0,62TV + 0,0036TS - 0,142VS + 0,1112T^2 + 10,64V^2 + 0,0142S^2$$

Математик моделларнинг таҳлилидан қуритиш жараёнини оптимал параметрлари аниқланди. Бу параметрлар билан камрок энергия сарфи билан қуритилган маҳсулотни максимал ҳажми олиниши мумкин: узум учун - $T=60$ °C; $S=80-85$ %; $V=0,5$ м/сек.

Дастлабки электр импульсли ишлов бериш ва қуритиш жараёнини оптимал параметрларини сақлаш орқали узумлар қуритишини 48-54 соатда ўтказиш мумкин. Бунда қуритиб олинган маҳсулотнинг ҳажми 30-26% ни ташкил қилади. Бланшировкали дастлабки ишлов бериш ўрнига, электр импульсли ишлов бериб қуритишни ўтказиш билан жараёнга умумий сарфланаётган энергия миқдорини 1,8-2,0 баробар камайтириш мумкин.

Диссертациянинг «Қуёш-ҳаво қуритгични такомиллаштириш ва ишлаб чиқариш шароитида синаб кўриш» деб номлангани бўлимида яратилган такомиллаштирилган қуёш-ҳаво узум қуритиш технологиясини амалиётда жорий этиш бўйича маълумотлар ва иқтисодий самарадорлик кўрсаткичлари келтирилган.

Такомиллаштирилган қуёш-ҳаво узум ва мева қуритгич Тошкент вилояти Паркент тумани «Чанги Сайидумар» ва Бухоро вилояти Шофиркон тумани «Савриддин Мехриддин», «Исмоилов» боғдорчилик ва узумчиликка ихтисослашган фермер хўжаликларида дала шароитида текширув синовлари ўтказилди (4-расм).



4-расм. Тошкент вилояти Паркент тумани «Чанги Сайидумар» фермер хўжалигида ўтказилган тажриба натижалари

Ишлаб чиқариш шароитида ўтказилган синовлар натижасида қуйидаги хулосаларга келинди: қишлоқ хўжалиги маҳсулотларига электр импульсли ишлов берувчи қурилма, қуритгич, қурилмаларнинг лаборатория нусхаларини дала шароитида тегишли технологик жараёнларни параметрлари ва режимларини таъминлаш бўйича яроқлиги аниқланди.

Дала шароитида синаб кўрилган дастлабки электр импульс бериш ва такомиллашган қуёш ҳаво қуритгич қурилмаларни локал энергия таъминоти тизимини таъминотини қаноатлантиради.

Кичик ва ўрта фермер хўжаликлари учун мўлжалланган қуритилган узум ишлаб чиқариш қуёш-ҳаво қуритгичини жорий этишнинг иқтисодий самарадорлиги таҳлили ҳисобланди:

1. Амортизация ажратмалари (C_a) ҳисоблаш учун қурилманинг умумий нархи аниқланади. Қуёш-ҳаво қуритгичининг умумий баҳоси 14,4 млн сўмни ташкил этади. Қурилмани ўрнатиш, ишга тушириш ва бошқа харажатлар 10 % ни ташкил этишини ҳисобга олган ҳолда қурилманинг тахминий баҳоси ҳисобланади:

$$C_o = 14,4 \cdot 1,1 = 15,84 \text{ млн. сўм.}$$

Амортизация коэффиценти ўртача 10 % ни ташкил қилади. Бундай ҳолда йиллик ажратмалар $15,84 \cdot 0,1 = 1,584$ млн. сўм, суткалик $15,84 : 360 = 44$ сўмни ташкил қилади.

Кунига 13,5 кг қуритилган узум ишлаб чиқаришини ҳисобга олсак, 1 кг тайёр маҳсулот учун амортизация баҳоси $C_o = 12,57$ сўм/кг бўлади.

2. Ишчига ўртача ойлик иш ҳақи 600000 сўм/одам миқдорида белгиланади. Бир ойда 405 кг қуритилган узум ишлаб чиқарилишини ҳисобга олсак, 1 кг тайёр маҳсулотдаги иш ҳақининг солиштирма қисми қуйидагича

$$C_3 = 1481,5 \text{ сўм/кг.}$$

3. Ҳом-ашё нарҳини аниқлаш учун узумнинг ўртача улгуржи нарҳларини ҳисобга олдик. Транспорт харажатларани ҳисобга олган ҳолда республикада узумнинг майизбоп навларининг ўртача нарҳи 5000 сўм/кг ни ташкил қилади.

4. Таклиф этилаётган технология бўйича 1 кг қуритилган узумнинг таннархи қуйидагига тенг бўлади

$$C_2 = C_a + C_3 + C_o = 12,57 + 1481,5 + 15000 = 16494,07 \text{ сўм/кг.}$$

1 кг қуритилган узум бўйича корxonанинг даромади

$$D = C_1 - C_2 = 25000 - 16494,07 = 8505,93 \text{ сўм/кг.}$$

$$\text{Рентабеллик даражаси } P = \frac{D_p}{M_o} \cdot 100\% = \frac{8505,93}{1210} \cdot 100 = 70,29\% .$$

Капитал харажатларни қоплаш муддати

$$T = \frac{C_o}{DM_o} = \frac{15840000}{8505,93 \cdot 1210} = 1,53 \text{ мавсум.}$$

Техник-иқтисодий кўрсаткичлар таҳлилига кўра, қуёш-ҳаво қуритгичини қўллаш натижасида бир мавсумда ($405 \times 3 = 1215$ кг юқори сифатли майиз ишлаб чиқаришини ҳисобга олиб 1 кг қуритилган майиздан 8505,93 сўм соф фойдага кўпайтирилса) олинадиган иқтисодий самара 10334704,95 сўмни ташкил этади.

ХУЛОСА

«Узум қуритишда қуёш-ҳаво технологиясининг энергия самарадорлигини ошириш» мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Узум меваларини қуритиш технологиялари ва техник воситалар конструкциясининг ҳолати ва ривожланиш истиқболи ҳамда уларнинг технологик иш жараёнларини мукамаллаштириш бўйича ўтказилган тадқиқотлар узумни қуритишда қўлланилаётган қуёш-ҳаво қуритиш технологияси ва қурилмасини такомиллаштириш имконини яратди.

2. Қуритиш камерасининг узунлиги бўйича ҳароратни ўзгариш динамикасини CAD модели «SolidWorks» дастурида тасвирлаш ҳавонинг ҳарорати камеранинг узунлиги бўйича $65-70$ °C атрофида сақланиши, камерада турбулентлик борлиги учун ҳавонинг ўртача тезлиги 1-4,3 м/сек гача ўзгариши, ҳаво-намлик аралашмасининг зичлиги $1,04-1,07$ кг/м³ ни ташкил этиши аниқлаш имконини берди.

3. Қуёш-ҳаво қуритгичнинг узунлиги бўйича ички ҳаво ҳарорати ва тезлигини ўзгариши, ҳаво турбулентлиги ҳарорати, тезлиги ва давомийлиги моделлари асосида қуритиш камерасини узунлиги ва эни бўйича олинган энергетик кўрсаткичлар ва уларни ўзгариш динамикаси қуёш энергияси билан мева қуритиш жараёнини тўла таъминлаш мумкинлигини кўрсатди.

4. Узум қуритгич қуритиш камераси узунлиги ва эни бўйича олинган энергетик кўрсаткичлар маҳсулотга йўналтирилган қуёш энергияни ҳаракатланишида ихтиёрий *i*-рақамли ўзгартирилиш жараёнини таҳлил қилиш схемаси ва якуний натижани энергетик самарадорлигини нисбий энергия сиғими орқали баҳолаш усулини ишлаб чиқиш имконини берди.

5. Узумга қуритишдан олдин электр импульсли ишлов беришда $U=3-4$ кВ; $C=0,3-0,4$ мкФ; $n=8-18$ дона бўлиши узум хужайраларининг максимал шикастланишини ва қуритишга кетадиган энергиянинг энг минимал бўлишини таъминлайди.

6. Қуёш-ҳаво қуритиш технологиясида $T=60$ °C; $S=80-85$ %; $V=0,5$ м/с бўлганда узумни қуритиш жараёни 48-54 соатни, қуритиб олинган узум ҳажми 26-30 фоизни ташкил этиб, бланшировкали дастлабки ишлов бериш ўрнига электр импульсли ишлов бериб қуритиш қўлланилганда қуритишга сарфланаётган умумий энергия микдорини 1,8-2,0 баробар камайтиришга эришилади.

7. Такومиллаштирилган қуёш-ҳаво қуритгични узумни қуритиш жараёнида қўлланилганда юқори сифатли майиз ишлаб чиқариш билан бирга

маҳсулотнинг таннари 16494,07 сўм/кг бўлишига ва қуритилган узумнинг ҳар бир килограммидан 8505,9 сўм даромад олишга имкон берди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.10.01 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ИНСТИТУТЕ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

САЛОМОВ МУРОДУЛЛА НЕЪМАТОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНО-
ВОЗДУШНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ СУШКЕ ВИНОГРАДА**

05.05.07 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве»

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

ТАШКЕНТ – 2020

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2018.2.PhD/T779.

Диссертация выполнена в Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета по адресу (www.tiiame.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (e-mail: admin@tiiame.uz).

Научный руководитель:

Раджабов Абдурахман

доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Исаков Абдусаид Жалилович

доктор технических наук, профессор

Тоиров Зувур Тоирович

кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация:

**Научно-исследовательский институт садоводства,
виноградарства и виноделия им. академика
М.Мирзаева**

Защита диссертации состоится «13» ноября 2020 г. в 12⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.10.01 при Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (Адрес: 100000, г.Ташкент, ул. Кары Ниязи, 39. Тел.: (+99871) 237-09-45, факс: (+99871) 237-46-68, e-mail: admin@tiiame.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (регистрационный номер _____). Адрес: 100000, г. Ташкент, ул. Кары Ниязи, 39. Тел.: (+99871) 237-09-45, факс: (+99871) 237-46-68, e-mail: admin@tiiame.uz).

Автореферат диссертации разослан «31» Октября 2020 года.
(протокол рассылки № 1 от «31» Октября 2020 г).



Б.С.Мирзаев

Председатель научного совета по
присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор

К.Д.Астанакулов

И.о. ученого секретаре Научного
совета по присуждению ученых
степеней, д.т.н., с.н.с.

Х.М.Муратов

Председатель научного семинара
при Научном совете по
присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация докторской (PhD) диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире производство высококачественной продукции на основе использования современных энергосберегающих технологий в процессах переработки сельскохозяйственной продукции занимает ведущее место. «Если учесть что ежегодное производство винограда составляет около 70-75 млн. тонн»¹, разработка энерго- и ресурсосберегающих технологий и технических средств в производстве сушеного винограда - кишмиша является важной задачей аграрного сектора. Вместе с этим уделяется особое отдельное внимание на совершенствование ресурсосберегающих технологий и технических средств сушки винограда.

В мире в большом масштабе ведутся научно-исследовательские работы, направленные на разработку новых научно-технических решений и энергосберегающих способов и технологических процессов производства сухофруктов. В том числе обоснованию и совершенствованию технологических процессов воздушно-солнечных технологий производства сушеных продуктов. При обеспечении энергосбережения, высокого качества продукции и производительности труда важное место занимают технологии предварительной обработки сырья, равномерное проведение операций и взаимосвязанная работа технических средств. При этом важна разработка совершенных технических средств новых воздушно-солнечных технологий производства сушеного винограда. В Республике проводятся широкомастабные мероприятия по сокращению труда и энергии при производстве экологически чистых сухопродуктов, энергосбережения, создания высокоэффективных и ресурсосберегающих техники и технологий на основе внедрения передовых технологий переработки плодов, овощей и винограда.

В стратегии дальнейшего действия по развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 годы отмечено, в том числе выполнение следующих задач «... модернизация сельского хозяйства, безукоризненное развитие производства сельскохозяйственной продукции, обеспечение продовольственной безопасности страны, расширение производства экологически чистых продуктов, глубокая переработка сельскохозяйственной продукции»². При выполнении этих задач, в том числе для производства плодоовощной продукции с высоким содержанием натуральных пищевых элементов, богатыми витаминами, углеводами и минеральными веществами важное место занимает техническая и технологическая модернизация высокоэффективных технических средств для переработки и производства сухофруктов и получение продукции высокого качества, также снижение их себестоимости. Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и Постановлений Президента Республики Узбекистан от 12 апреля 2016 года № ПП-2520 «О мерах по совершенствованию системы закупок и использования плодоовощной

продукции, картошки и бахчевых культур», и от 6 января 2017 года № ПП-2716 «О дополнительных мерах по развитию организации хранения и глубоко перерабатывающих мощностей плодоовощной продукции в 2017-2018 годы», от 26 мая 2017 года под № ПП-3012 «О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальных сферах на 2017 - 2021 годы», Постановления Кабинета Министров от 20 ноября 2018 года под № 935 «О дополнительных мерах по увеличению объемов переработки плодоовощной продукции в республике на 2019-2020 годы» также задачи намеченные в материалах других нормативно-правовых документах служат основой для формирования задач и выполнения диссертации по этой тематике.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данные исследования выполнены в соответствии с приоритетным направлениям развития науки и технологии республики II. «Энергетика, энергия и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. В сельском хозяйстве для энергосбережения электрофизического воздействия на материалы растительного происхождения, используя возобновляемые источники энергии в плане решений теоретических и практических задач работы выполнены во Франции, США, России, Молдовии и других странах под руководством А.М.Басова, Д.М.Червякова, А.В.Лыкова, М.А.Филоненко, А.С.Гинзбурга В.Н.Карпова, С.А.Ракутько, И.З.Шура, В.М.Варонина, С.К.Шерязова, Л.А.Саплина, Д.С.Стребкова и другими авторами.

В Республике по энергетическому совершенствованию технологий и техники производства сушеного винограда и сухофруктов достойный вклад внесли ученые М.Мирзаев, А.Раджабов, Х.М.Муротов, Г.Г.Умаров, Ш.М.Мирзияев, О.Н.Юсупбеков, Б.П.Шаймарданов, З.С.Искандаров, З.Тоиров, М.Р.Назаров, С.Г.Ильясов, Е.В.Стативкин, О.Т.Ахмедов, А.Вохидов, А.Бокиев и другими исследователи.

В настоящем успешно используются способы и устройства сушки винограда в сельскохозяйственном производстве разработанные в исследованиях производства сухофруктов, однако не рассматривались комплексное использование традиционных и нетрадиционных возобновляемых источников энергии с целью повышения эффективности технологии солнечно-воздушной сушки винограда, что требует дополнительных исследований в этом направлении.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Исследования диссертации выполнены в соответствии пункта КХА-4-004-2015 «Разработка и обоснование локальной системы электроснабжения на основе комплексного использования возобновляемых источников энергии фермерского хозяйства специализирующийся на садоводстве и виноградарстве» (2015-2017), ВА-КХФ-2-005 «Научно-методологические основы развития использования технологии возобновляемых источников энергии (на примере сельскохозяйственного

производства)» (2017-2020) плана научно-исследовательских работ Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства.

Целью исследования является повышение энергетической эффективности воздушно-солнечной сушилки для винограда, используя электрофизические воздействия и возобновляемые источники энергии.

Задачи исследования:

анализ энергетических показателей технологии и техники сушки винограда, в том числе солнечно-воздушной сушилки винограда ;

проведение теоретических исследований по изучению влияния электротехнологических и электрофизических факторов на технологические объекты и винограда;

обоснование режима и параметров электрообработки и технологии сушки процесса сушки винограда;

производственные испытания и оценка эффективности разработанной усовершенствованной технологии сушки винограда.

Объектами исследования являются электротехнологические процессы сушки винограда и система электроснабжения, основанная на возобновляемых источниках энергии.

Предметом исследования являются закономерности прохождения энерготехнологических процессов сушки винограда и их совместные параметры с системой энергоснабжения основанной на возобновляемых источниках энергии.

Методы исследования. Процессы экспериментальных исследований электрофизического воздействия на биологические объекты основаны на законах биофизики, в экспериментальных исследованиях по определению режима и параметров электрообработки использованы математически статистические методы планирования эксперимента и регрессионного анализа. При обработке результатов исследований использованы методы математической статистики и методы установленные в нормативных документах.

Научная новизна исследований заключается в следующем:

разработана усовершенствованная воздушно-солнечная сушилка для сушки винограда основанная на традиционных и нетрадиционных источниках энергии;

конструктивные параметры воздушно-солнечной сушилки определены с учетом скорости и температуры воздуха в сушильной камере при помощи имитационной модели;

обоснованы режимы технологии воздушно-солнечной сушки винограда с предварительной электроимпульсной обработкой сырья;

оптимальные параметры воздушно-солнечной сушилки определены на основе энергетических параметров по длине и ширине сушильной камеры и их динамики изменения;

разработана способ оценки энергетической эффективности технологии воздушно-солнечной сушилки по относительной энергоёмкости и схемы

анализа процесса изменения направления движения солнечной энергии в произвольном направлении.

Практические результаты исследований заключаются в следующем:
разработана энергоэффективная электротехнология и технические средства сушки винограда;

на основе экспериментальных исследований определены основные параметры усовершенствованной технологии и технических средств сушки винограда;

разработана усовершенствованная конструкция воздушно-солнечной сушилки для винограда.

Достоверность результатов исследований заключается в использовании при исследованиях современных способов и средств измерения, теоретическое обоснование параметров технических средств сушки винограда велось по основным правилам высшей математики и теоретической механики, адекватность результатов теоретических и практических исследований, положительные результаты испытаний усовершенствованного устройства и технических средств разработанных на основе выполненных исследований и их внедрение в производство.

Научное и практическое значение результатов исследований. Научная ценность результатов исследований заключается в том, что научно обосновано улучшение качеств сушеного винограда в результате электрофизических воздействий, разработана энергоэффективная электротехнология сушки винограда, разработана модель характеризующая процесс сушки винограда электроимпульсной обработкой, полученные модели и аналитические зависимости позволяют использовать при обосновании аналогичных устройств.

Практическая ценность результатов исследований заключается в том, что разработана энергоэффективная электротехнология сушки винограда, определены режимы и параметры электроимпульсной обработки сырья, снижен расход энергии в 1,8-2,0 раз и имеется возможность получения дохода на один кг сушеного винограда в размере 8505,9 сум.

Внедрение результатов исследований. На основе результатов исследований по повышению энергоэффективности технологии солнечно-воздушной сушки винограда:

получен патент на оборудование солнечной сушилки сельскохозяйственной продукции Агентством по интеллектуальной собственности на полезную модель («Солнечная сушилка для сушки сельскохозяйственной продукции», №FAP 01312-2018 г.). В результате чего создана основа для, усовершенствования солнечно-воздушной сушилки;

усовершенствованная сушильная установка с режимами технологии солнечно-воздушной сушки винограда внедрена в фермерском хозяйстве «Чанги Сайидумар» Паркентского района Ташкентской области (Справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан от 24 июня 2020 года № 02/035-1863). В результате сокращается времени сушки винограда в 1,1-1,2 раза;

солнечно-воздушная сушилка с оптимальным движением солнечной энергии по длине и ширине сушильной камеры внедрена в фермерские хозяйства «Савриддин Мехриддин» и «Исмоилобод» Шофирканского района Бухарской области (Справка Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан от 24 июня 2020 года № 02/035-1863). В результате разработана усовершенствованная солнечно-воздушной сушильной установки с комплексным использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Апробация результатов исследований. Результаты исследований докладывались и обсуждались на 9 научно-практических конференциях, в том числе на 4 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

Публикации результатов исследований. По теме диссертации опубликованы 15 научных работ, в том числе, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан научных изданий для опубликования результатов исследований докторских диссертаций 5 статей, в том числе 3 республиканских и 2 в зарубежных журналах, получен 1 патент.

Объем и содержание диссертации. Диссертация состоит из введения четырех глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет из 130 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении обоснованы актуальность и востребованность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, охарактеризованы объект и предмет исследований, соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики, научная новизна и практическая ценность результатов исследований, необходимо описано внедрение результатов исследований, приведены сведения о публикациях результатов исследований по теме диссертации и о содержании диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Технология и анализ энергетических показателей процесса сушки винограда, Цель и задачи исследований»** анализированы опубликованные работы в республике и за рубежом по теме диссертации. В том числе приведены сведения о современных технологиях сушки растительного сырья, существующие технологии и электротехнологические оборудования сушки винограда, мини технологии применяемые при сушке фруктов и винограда, о видах солнечно-воздушных технологий сушки сельхоз продуктов.

Во второй главе диссертации под названием **«Исследования режимов энергопотребления солнечно-воздушных сушилок для винограда»** получены формулы определяющие взаимосвязь тепловых-технических характеристик солнечно-воздушной сушилки, при веден методика оценки энергетической эффективности использования возобновляемых источников энергии в процессах сушки сельхоз продукции солнечными лучами, и энергетический анализ этапов изменения энергии в солнечно-воздушной сушилке.

Для ознакомления с тепловыми-техническими характеристиками сушилки составлены энергетические балансы по каждому элементу отдельно.

Для прозрачного (стеклянный или полиэтиленовый) слоя энергетический баланс имеет вид:

$$\alpha_{\text{пр.с}} I_{\text{эфф}} F_{\text{пр.с}} = K_{\text{к(пр.с-воз)}} (T_{\text{пр.с}} - T_{\text{хав}}) F_{\text{пр.с}} + K_{\text{к(пр.с-о.с)}} (T_{\text{пр.с}} - T_{\text{о.с}}) F_{\text{пр.с}} + K_{\text{р(пр.с-н.)}} (T_{\text{пр.с}} - T_{\text{н.}}) F_{\text{пр.с}} \quad (1)$$

здесь: $\alpha_{\text{пр.с}}$ – теплоемкость прозрачного слоя;

$I_{\text{эфф}}$ – эффективная средне-часовая плотность солнечных излучений (Bm/m^2);

$F_{\text{пр.с}}$ – площадь прозрачного слоя (m^2);

$K_{\text{к}}$ – коэффициент конвективного теплообмена (Bm/m^2K);

$K_{\text{р}}$ – коэффициент радиационного теплообмена (Bm/m^2K);

$T_{\text{пр.с}}$, $T_{\text{воз}}$, $T_{\text{о.с}}$, $T_{\text{н}}$ – температура прозрачного слоя, воздуха, окружающей среды и неба, при этом принято, что $T_{\text{воз}} = T_{\text{н}}$.

Энергетический баланс для площади высушиваемого материала:

$$\tau_{\text{пр.с}} \alpha_{\text{аб}} I_{\text{эфф}} F_{\text{аб}} = K_{\text{р(аб-пр.с)}} (T_{\text{аб}} - T_{\text{пр.с}}) F_{\text{аб}} + K_{\text{к(аб-пр.с)}} (T_{\text{аб}} - T_{\text{пр.с}}) F_{\text{аб}} + K_{\text{к(аб-воз)}} (T_{\text{аб}} - T_{\text{воз}}) F_{\text{аб}} \quad (2)$$

здесь: $\tau_{\text{пр.с}}$ – коэффициент пропускания освещения полиэтиленового (стеклянного) покрова;

$\alpha_{\text{аб}}$ – теплоемкость абсорбера (высушиваемого материала);

$F_{\text{аб}}$ – площадь абсорбера (высушиваемого материала), (m^2);

$K_{\text{к}}$ и $K_{\text{р}}$ – соответствующие коэффициенты конвективного и радиационного теплообмена (Bm/m^2K);

$T_{\text{аб}}$ – температура абсорбера (высушиваемого материала).

Энергетический баланс для воздушного слоя на поверхности продукта (1-слой):

$$K_{\text{к(пр.с-воз.1)}} (T_{\text{пр.с}} - T_{\text{воз.1}}) b dx = \dot{m}_{\text{воз.1}} C_{\text{воз.1}} \frac{dT_{\text{воз.1}}}{dx} dx + K_{\text{к(воз.1-прод.)}} (T_{\text{воз.1}} - T_{\text{прод.}}) b dx \quad (3)$$

здесь: $T_{\text{воз.1}}$, $T_{\text{прод.}}$ – температура воздушного слоя на поверхности продукта (1-слой) и высушиваемого материала;

$\dot{m}_{\text{воз.1}}$ – масса воздуха на 1-слое, расход воздушного слоя ($кг/ч$);

$C_{\text{воз.1}}$ – удельная теплоемкость 1-слоя воздушного потока ($Дж/кг\cdot K$).

Энергетический баланс для воздушного слоя (2-слой) под продуктом

$$K_{\text{к(прод.-воз.2)}} (T_{\text{прод.}} - T_{\text{воз.2}}) b dx = \dot{m}_{\text{воз.2}} C_{\text{воз.2}} \frac{dT_{\text{воз.2}}}{dx} dx + \Delta K_{\text{теп.пот}} (T_{\text{воз.2}} - T_{\text{о.с}}) b dx \quad (4)$$

здесь: $T_{\text{воз.2}}$ – температура 2-слоя воздуха;

$\dot{m}_{\text{воз.2}}$ – производительность текущего воздуха со 2-слоя, ($кг/ч$);

$C_{\text{воз.2}}$ – удельная теплоемкость 2-слоя воздушного потока, ($Дж/кг\cdot K$);

$T_{\text{о.с}}$ – температура окружающей среды;

$\Delta K_{\text{теп.пот}}$ – коэффициент тепловых потерь под слоем продукта ($Bm/m^2\cdot K$).

Дифференциальное уравнение, характеризующее модель процесса сушки получено на основе законов тепло- и массопередачи. Энергетический баланс между высушиваемым материалом и воздушного потока выражается следующим дифференциальным уравнением:

$$\dot{m}_{\text{воз.}} (C_{\text{воз.}} - C_{\text{пар-воз.}} \varphi) \frac{\partial T_{\text{воз.}}}{\partial y} = \rho_{\text{мат.}} C_{\text{пар-воз.}} (T_{\text{воз.}} - T_{\text{прод.}}) \frac{\partial M}{\partial t} + \rho_{\text{мат.}} (C_{\text{прод.}} + C_{\text{воз.}} M) \frac{\partial T_{\text{прод.}}}{\partial t} + \rho_{\text{прод.}} L_{\text{прод.}} \frac{\partial M}{\partial t} \quad (5)$$

здесь: $\dot{m}_{\text{воз.}}$ – расход воздушной массы (кг/ч); $C_{\text{воз.}}$ и $C_{\text{пар-воз.}}$ – удельные теплоемкости соответственно воздуха и паровоздушной смеси ($\text{Дж/кг}\cdot\text{K}$); φ – влажность воздуха; $T_{\text{воз.}}$ – температура воздуха; y – толщина высушиваемого слоя материала (м); $\rho_{\text{мат.}}$ – удельная плотность материала (кг/м^3); M – удельная плотность материала ($\text{кг вода} / \text{кг сушеного продукта}$); $L_{\text{прод.}}$ – количество скрытой теплоты испарения влаги из материала, ($\text{Дж/кг}\cdot\text{K}$).

Формула показывающая теплообмен между высушиваемым материалом и воздушном потоком имеет вид:

$$\rho_{\text{прод.}} (C_{\text{прод.}} + C_{\text{в}} M) \frac{\partial T_{\text{прод.}}}{\partial t} = K_V (T_{\text{в}} - T_{\text{прод.}}) + \rho_{\text{прод.}} L_{\text{прод.}} \frac{\partial M}{\partial t} \quad (6)$$

здесь: K_V – объемный коэффициент теплопередачи ($\text{Дж/м}^3\text{сK}$).

Коэффициент полезного действия солнечно-воздушной сушилки выражается следующим образом:

$$\eta = \frac{A}{B} = \frac{L_{\text{прод.}} \sum_{t=1}^{t=24} \varphi^{**}}{3600 F_{\text{прод.}} \sum_{t=1}^{t=24} I_t} \quad (7)$$

здесь: A – тепловая энергия затраченная на снижение влажности материала; B – количество солнечной энергии собранной в сушилке за сутки.

Для исследования динамики изменения температуры вдоль сушильной камеры использовалась САД модель «SolidWorks» .

На основе полученных результатов исследования динамики изменения температуры вдоль сушильной камеры при помощи САД модели «SolidWorks» получена имитационная модель процесса сушки в сушильной камере.

Результаты энерготехнологических процессов (ЭТП) в сушилке были получены путем передачи к потребителю из общей энергии (Q) полезной энергии (P). В действительной энерготехнологическом процессе (ЭТП) наблюдаются потери энергии (ΔQ).

Для сушилки коэффициент ($K_i^{\text{эп}}$), выражающий рациональное использование солнечной энергии имеет вид:

$$K_i^{\text{эп}} = \frac{Q_{i+1}'}{Q_{i+1}} \quad (8)$$

здесь: Q_{i+1}' – количество энергии на выходе первого этапа после применения мер по рациональному использованию солнечной энергии; Q_{i+1} – количество энергии на выходе первого этапа до применения мер по рациональному использованию солнечной энергии.

Используя понятие энергоёмкости этапа новое выражение коэффициента рационального использования энергии имеет в следующем виде:

$$K_i^{эиз} = \frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_i'} \quad (9)$$

здесь: ε_i – относительная энергоёмкость на i этапе изменения энергии без применения дополнительных мер; ε_i' – относительная энергоёмкость на i этапе изменения энергии после применения дополнительных мер энергосбережения.

Каждый этап рационального использования энергии в солнечной сушилке можно оценить относительной энергоёмкостью.

Солнечная воздуходсушилка имеет 3 этапа изменения энергии:

1-этап – Проникновение солнечных лучей в сушильную камеру через пленку;

2- этап – Продувка теплого воздуха через продукт;

3- этап – Выравнивание потока теплого воздуха по поверхности продукта при помощи направляющих.

Таким образом, рационально используя энергию на всех этапах солнечно-воздушной сушилки можно повысить эффективность использования солнечной энергии на 2,37 раза.

В третьей главе диссертации под названием «**Экспериментальное исследование солнечной и ветровой электростанции, а также технологии солнечно-воздушной сушилки винограда**» приведены результаты экспериментальных исследований проведенных для определения параметров солнечных и ветровых электростанций, режимов и параметров процесса сушки и электроимпульсной обработки.

Проведены экспериментальные исследования по определению параметров солнечных электростанций при различной интенсивности солнечных излучений. На основе экспериментальных исследований определены аналитические выражения закономерности изменения удельной мощности солнечного излучения в течении дня в июле, августе, сентябре. Определены аналитические и графические выражения тока и напряжения фотоэлектрического преобразователя в зависимости от солнечной радиации. Также получены вольт-амперные характеристики фотоэлектрического преобразователя.

Для определения основных энергетических характеристик ветрового электроагрегата проведены исследования при холостом режиме и в режиме нагрузки генератора ветровой электростанции. Определены зависимости напряжения и мощности от скорости вращения генератора ветровой электростанции. Получены аналитические выражения и графики зависимости мощности станции от скорости воздуха и нагрузки.

Результаты экспериментальных исследований обрабатывались математико-статистическими методами. При использовании математико-

статистических методов применяли ЭВМ с программой таблиц excel в редакции «Регрессионный анализ».

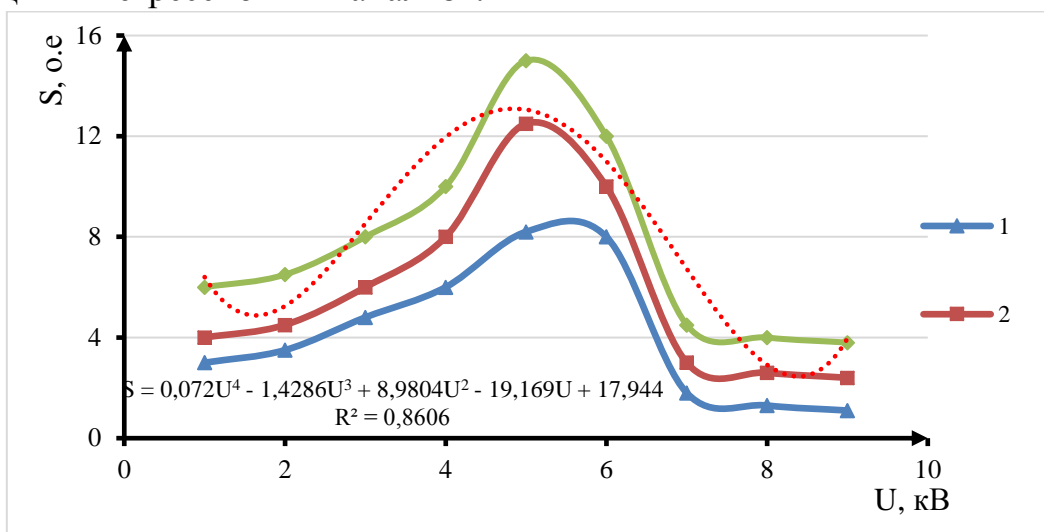


Рис 1. Зависимость степени повреждения клеток сорта винограда «Черный кишмиш» от напряжения разряда электрических импульсов (C=0,1 мкФ; количество разрядов: 1-n=4; 2-n=3; 3-n=14)

При увеличении напряжения до 5 кВ резко возрастает степень повреждения клетки винограда. При дальнейшем увеличении напряжения степень повреждения клетки уменьшается. Причина этого явления в том, что поверхностные токи значительно превышают величины объемных токов. Вследствие этого наблюдается снижение повреждения живых клеток (рис.1).

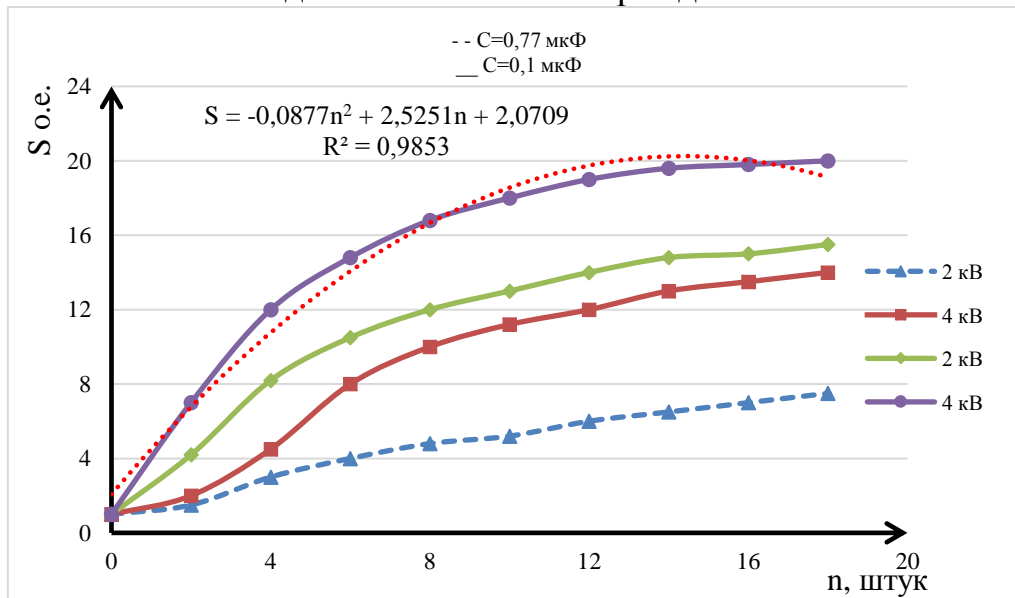


Рис 2. Зависимость степени повреждения клеток сорта винограда «Черный кишмиш» от напряжения разряда электрических импульсов (U=2 кВ ва 4 кВ; C=0,77 мкФ и 0,1 мкФ)

При увеличении количества импульсов интенсивно растет степень повреждения клеток до определенного значения, а при дальнейшем увеличении количества импульсов степень повреждения остается неизменным. Это показывает, что клетки продукта максимально повреждены.

Полного подавления клетки продукта добиваются при количестве импульсов 16-18 шт (рис.2).

При изучении зависимости степени повреждения клетки от количества импульсов выявлены определенные закономерности. При повреждении клеток до 90 % и выше и после снятия импульсного напряжения в течении 10-15 минут продолжается процесс повреждения клеток. Эти явления могут быть интересным для энергосбережения процесса электроимпульсной обработки растительного сырья.

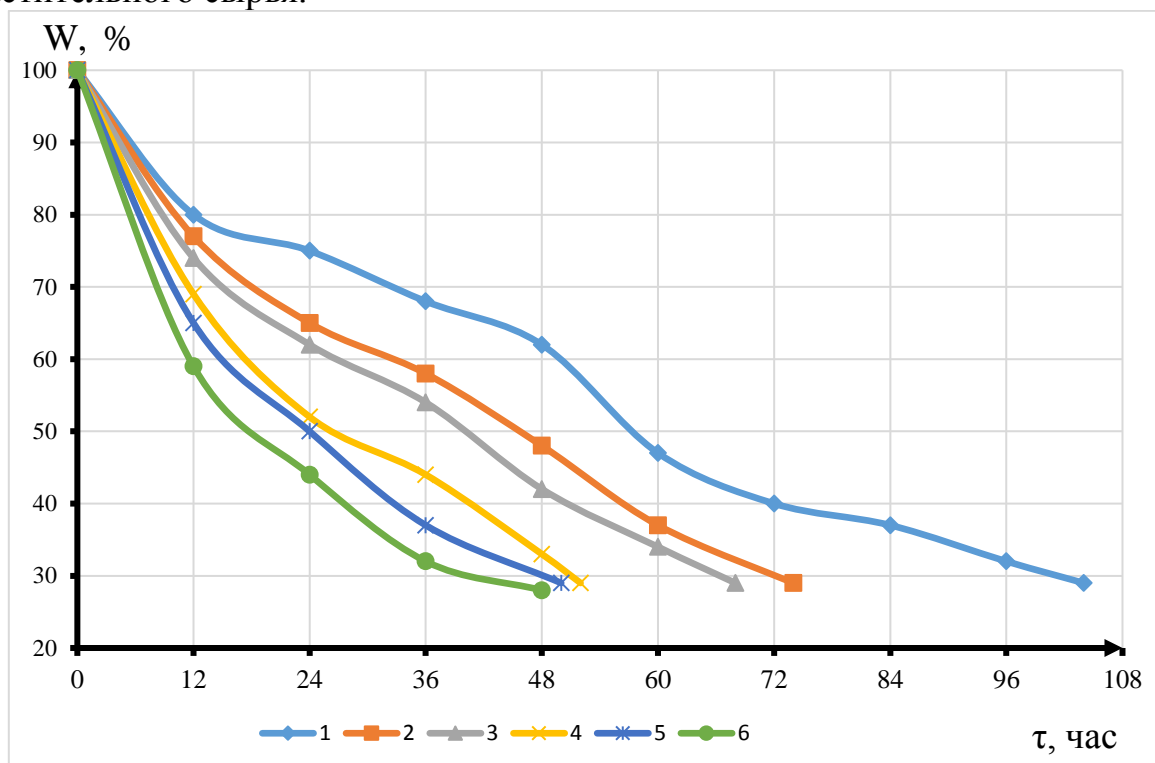


Рис 3. Зависимость относительного веса винограда с различной степенью повреждения от времени сушки продукта: 1-контроль, 2-20%, 3-40%, 4-60%, 5-80%, 7-100 %. (T=70 °C, V=1,5 м/с)

Из графика на рис.3 видно, что при увеличении температуры сушильной камеры и степени повреждения клеток скорость сушки и относительный вес винограда снижается.

Переводя кодированные значения параметров на именованные величины, и после соответствующих изменений получена математическая модель выражающая зависимость выхода готовой продукции процесса сушки винограда и продолжительность процесса сушки в следующем виде:

$$B = 39,5 + 7,24T - 15,36V - 0,989S + 0,2TV - 0,02TS + 0,01VS - 0,0632T^2 - 2,36V^2 + 0,042S^2$$

$$\tau = 377,02 - 16,428T - 53,44V - 2,405S + 0,62TV + 0,0036TS - 0,142VS + 0,1112T^2 + 10,64V^2 + 0,0142S^2$$

Из анализа математических моделей определены оптимальные параметры процесса сушки. Этими параметрами можно будет получить максимальный объем продукта с меньшими расходами энергии: для винограда - T=60 °C; S=80-85%; V=0,5м/сек.

С оптимальными параметрами процесса сушки винограда с предварительной электроимпульсной обработкой можно провести процесс

сушки винограда в течении 48-54 часов. При этом масса высушенного винограда составляет 30-26% от исходного материала. Для предварительной обработки используя электроимпульсную обработку, вместо бланшировки можно сократить расход энергии в 1,8-2,0 раза.

В четвертой главе диссертации под названием «Совершенствование солнечно-воздушной сушилки и испытание ее в производственных условиях» приведены сведения по внедрению разработанной усовершенствованной технологии и параметры экономической эффективности солнечно-воздушной сушилки

Параметры усовершенствованной солнечно-воздушной сушилки для фруктов и винограда проверялись в полевых условиях фермерского хозяйства «Чанги Сайидумар» Паркентского района Ташкентской области и в фермерских хозяйствах специализирующихся на садоводстве и виноградарстве «Савриддин Мехриддин» и «Исмоилобод» Шафирканского района, Бухарской области (рис.4).

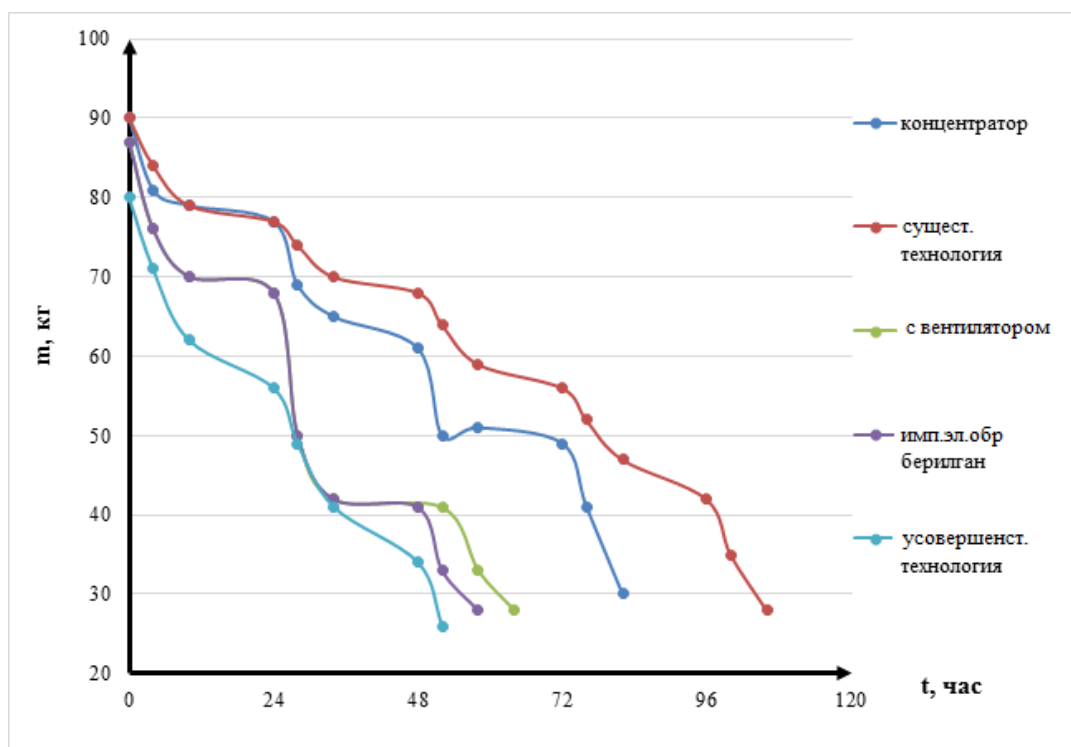


Рис 4. Результаты экспериментов, проведенных на фермерском хозяйстве «Чанги Сайидумар» Паркентского района Ташкентской области

По результатам проведенных испытаний в производственных условиях можно сделать следующие выводы: устройство предварительной электроимпульсной обработки сельхоз продукции, сушилка для фруктов и винограда, лабораторные образцы на устройстве в полевых условиях, обеспечения режимов и параметры технологического процесса сушки винограда. Локальная система электроснабжения отвечает требованиям установок для предварительной электроимпульсной обработки и совершенствованной солнечно-воздушной сушилки.

Выполнен расчет экономической эффективности внедрения солнечно-воздушной сушилки для производства сушеного винограда в условиях малых и средних фермерских хозяйств:

1. Для определения амортизационных отчислений (C_a) рассчитываем общую стоимость установки. Общая стоимость установки солнечно-воздушной сушилки для производства сушеного винограда составляет 14,4 млн сум. Расходы связанные с монтажом, подготовкой к пуску пуск и других расходов составляют 10 % от общей стоимости установки.

$$C_o = 14,4 \cdot 1,1 = 15,84 \text{ млн. сум.}$$

С учетом амортизации, если коэффициент амортизации в среднем принять 10% имеем всего амортизационные расходы: $15,84 \cdot 0,1 = 1,584 \text{ млн. сум.}$, суточные расходы $15,84 : 360 = 44 \text{ сум.}$

Если за один день производить 13,5 кг сушеного винограда, амортизационные отчисления для производства 1 кг готового продукта составят $C_0 = 12,57 \text{ сум/кг.}$

2. Заработная плата одного рабочего установлена в размере 600000 сум/чел. за месяц. Если за месяц производится 405 кг сушеного винограда, то удельная часть зарплаты в стоимости 1 кг готового продукта составит

$$C_3 = 1481,5 \text{ сум/кг.}$$

3. Стоимость сырья определялась с учетом оптовой цены винограда в сезон работы установки. С учетом транспортных расходов стоимость винограда предназначенной к сушке составляет 5000 сўм/кг .

4. По предлагаемой технологии себестоимость 1 кг сушеного винограда определяется следующим образом:

$$C_2 = C_a + C_3 + C_0 = 12,57 + 1481,5 + 15000 = 16494,07 \text{ сум/кг.}$$

Доход предприятия от производства 1 кг сушеного винограда составляет

$$D = C_1 - C_2 = 25000 - 16494,07 = 8505,93 \text{ сум/кг.}$$

$$\text{Уровень рентабельности: } P = \frac{D_p}{M_o} \cdot 100\% = \frac{8505,93}{1210} \cdot 100 = 70,29\% .$$

Срок окупаемости капитальных затрат:

$$T = \frac{C_o}{DM_o} = \frac{15840000}{8505,93 \cdot 1210} = 1,53 \text{ сезон}$$

Анализ технико-экономических показателей показывает, что при использовании солнечно-воздушной сушилки только в одном сезоне (если учесть, что производство высококачественного кишмиша составляет $405 \times 3 = 1215 \text{ кг}$, чистый доход от 1 кг сушеного винограда 8505,93 сум) полученный экономический эффект составляет 10334704,95 сум.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований по диссертации доктора философии PhD на тему «Повышение энергоэффективности технологии

солнечно-воздушной сушки винограда» представляются следующие выводы:

1. Проведенные исследования по состоянию конструкции технических средств и перспектив развития, совершенствованию технологических параметров установок солнечно-воздушной сушки в нашей республике позволяют повысить производительность и качества работ при переработке винограда.

2. Для изображения динамики изменения температуры вдоль длины сушильной камеры применялась САД модель и рассматривалось в среде «SolidWorks». Результаты показывают что вдоль длины сушильной камеры сохраняется температура воздуха в пределах 65-70 °С, из-за наличия турбулентности в камере средняя скорость воздуха изменяется в пределах 1-4,3 м/сек, плотность воздушно-влажностной смеси составляет 1,04-1,07 кг/м³.

3. Энергетические параметры и их динамика изменения по длине и ширине сушильной камеры, полученные на основе модели скорости, продолжительности процесса, турбулентности температуры воздуха, температуры и скорости воздуха внутри камеры солнечно-воздушной сушилки показывают возможность полного обеспечения процесса только солнечной энергией.

4. Полученные энергетические показатели по длине и ширине сушильной камеры сушилки позволяют разработать схему анализа процесса произвольного *i*-того изменения движения солнечной энергии направленной на продукт и способ оценки результирующей энергоэффективности по относительной энергоёмкости.

5. Предварительная обработка перед сушкой винограда со следующими параметрами: $U=3-4$ кВ; $C=0,3-0,4$ мкФ; $n=8-18$ штук позволяет максимальное повреждение клеток винограда и обеспечивает минимум энергозатрат для сушки сырья.

6. При солнечно-воздушной технологии сушки винограда с параметрами: $T=60$ °С; $S=80-85$ %; $V=0,5$ м/с продолжительность процесса сушки составляет 48-54 часов, объем сушеного винограда составляет 26-30 процентов. Предварительная электроимпульсная обработка винограда вместо баланшировки позволяет сократить расход энергии в 1,8-2,0 раза.

7. Использование у совершенствованной солнечно-воздушной сушилки в процессе сушки винограда повышается качество сухофрукта (кишмиша) и снижается себестоимость продукта до 16494,07 сўм/кг, и с каждого килограмма сушеного винограда (кишмиша) получается доход в размере 8505,9 сўм.

**SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE SCIENTIFIC
DEGREES DSc.03/30.12.2019.T.10.01 AT THE TASHKENT INSTITUTE OF
IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS**

**TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL
MECHANIZATION ENGINEERS**

SALOMOV MURODULLA NEMATOVICH

**IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF SOLAR-AIR
TECHNOLOGY FOR DRYING GRAPES**

05.05.07 – Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTORAL OF PHILOSOPHY (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

TASHKENT – 2020

the theme of doctoral (DSc) dissertation was registered with the number of PhD/T779 the Supreme Commission of the Cabinet of Ministers of the republic of Uzbekistan.

The dissertation was performed at Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific council (www.tiame.uz) and at the Information and educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Scientific consultant:

Radjabov Abdurakhmon

Doctor of technical science, professor

Official opponents:

Isaqov Abdusaid Jalilovich

Doctor of technical science, professor

Toirov Zuvur Toirovich

Candidate of technical science, docent

Leading organization:

Research Institute of Horticulture, Viticulture and Winemaking named after Academician M.Mirzaev.

The defense of the dissertation will be held at 12⁰⁰ on «13» november 2020 year at the scientific council meeting DSc.03/30.12.2019.T.10.01 at the Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers (at the address: 39, Kari Niyazi street, Tashkent city, 100000. Tel: (+99871) 237-09-45; Fax: (+99871) 237-38-79, e-mail:admin@tiame.uz).

The dissertation is available at the Information-resource center of the Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers (registration number __). Address: 39, Kari Niyazi street, Tashkent city, 100000. Tel: (+99871) 237-09-45; Fax: (+99871) 237-38-79, e-mail:admin@tiame.uz.

Abstract of the dissertation is posted 31 oktobr 2020.
(Mailing Protocol No 1 dated 31 oktobr 2020)



B.S.Mirzayev

Chairman of Scientific Council awarding Scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

K.D.Astanakulov

p.d. Scientific secretary of Scientific Council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, s.s.c.

Kh.M.Muratov

Chairman of Scientific seminar under the Scientific Council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of research: increasing the energy efficiency of a solar-air dryer for grapes using electrophysical influences and renewable energy sources..

The object of research are electrotechnological processes of drying grapes and a power supply system based on renewable energy sources.

The scientific novelty of research is as follows:

developed an improved air-solar dryer for drying grapes containing traditional and non-traditional energy sources;

the design parameters of the air-solar dryer are determined taking into account the speed and temperature of the air in the drying chamber using a simulation model;

the modes of the technology of air-solar drying of grapes with preliminary electric pulse processing of raw materials have been substantiated;

the optimal parameters of the air-solar dryer are determined on the basis of the obtained changes in the energy parameters along the length and width of the drying chamber and their dynamics of change;

a method for assessing the energy efficiency of the air-solar dryer technology by relative energy intensity and a scheme for analyzing the process of changing the direction of movement of solar energy in an arbitrary direction have been developed.

The implementation of research results. Based on the results of solar-air technology to increase the energy efficiency of grape drying:

received a patent for the equipment of a solar dryer for agricultural products by the Intellectual Property Agency for a useful model ("Solar dryer for drying agricultural products", No. FAP 01312-2018). As a result, the basis for the development, improvement and manufacture of the solar-air dryer was created;

an improved drying plant with solar-air drying technology for grapes has been introduced at the Changi Sayyidumar farm in the Parkent district of the Tashkent region (Certificate of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan dated June 24, 2020 No. 02 / 035-1863). In studies, the results show a 1.1-1.2 times reduction in the drying time of grapes;

a solar-air dryer with optimal movement of solar energy along the length and width of the drying chamber has been introduced into the farms "Savriddin Mehriddin" and "Ismoilobod" in the Shofirkan district of Bukhara region (Certificate of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan dated June 24, 2020 No. 02 / 035-1863). As a result, an improved solar-air drying plant has been developed with the integrated use of renewable energy sources (RES).

The structure and volume of the dissertation. Structure of the dissertation consists of introduction, five chapters, conclusions, bibliography and appendices. The volume of the dissertation is 130 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть, I part)

1. Раджабов А., Закиров А.З., Саломов М.Н. Влияние электрофизической обработки растительных материалов на энергоэффективность процесса сушки // Ўзбекистон аграр фани хабарномаси. – Тошкент, 2009. № 4. – Б. 26-27. (05.00.00. №18).

2. Раджабов А., Закиров А.З., Саломов М.Н. Энерготехнологические аспекты повышения энергоэффективности конвективных сушильных установок // Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. - Тошкент, 2014. № 12. – Б. 26-27. (05.00.00. №8).

3. Раджабов А., Саломов М.Н. Қишлоқ хўжалигида қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш технологияларини ривожлантиришнинг концептуал ва принципиал масалалари // Энергия ва ресурс тежаш муаммолари. - Тошкент, 2017. № 1. – Б. 56-60. (05.00.00. №21).

4. Radjabov A, Ibragimov M., Salomov M. Electro impuls treatment - energy efficiency factor during drying of agricultural products // International Journal of Electrical and Electronics Engineering Research (IJEEER). ISSN (P): 2250-155X; ISSN (E): 2278-943X. Vol. 9, Issue 1, Jun 2019, 1-14. (05.00.00).

II бўлим (II часть, II part)

5. Патент ЎЗР № FAP 01312. Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қуритиш учун қуёш қуритгичи / Раджабов А., Ибрагимов М., Саломов М., Эшпулатов Н. // Расмий ахборотнома. – 2018. –№ 7. – С. 48-49.

6. Раджабов А., Ибрагимов М., Саломов М. Энергосберегающая электротехнология сушка плодов и винограда // Международная Агроинженерия. Научно-технический журнал. – Алматы, 2018. №2(23). – С. 46-59. (05.00.00).

7. Раджабов А., Закиров А.З., Саломов М.Н. Йирик мевали нав узумларга қуритишдан олдин ишлов бериш электротехнологияси // Қишлоқ ва сув хўжалиги ишлаб чиқариши учун юқори малакали кадрлар тайёрлаш муаммолари: Республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Тошкент, 25-26 ноябр, 2009. – Б. 306-309.

8. Раджабов А., Саломов М.Н. Қишлоқ хўжалигида қайта тикланувчан энергия манбаларига асосланган энергия тежамкор технологиялар // Агросаноат мажмуи тармоқларида инновацион фаолият самарадорлигини ошириш муаммолари: Университетлараро ёш олимлар илмий-амалий анжумани материаллари. – Тошкент. 2012 – Б. 228-231.

9. Раджабов А., Саломов М.Н., Умурзаков М. Қишлоқ хўжалигида қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланишнинг илмий-методологик асослари // Ўзбекистон Республикаси агросаноат мажмуаси тармоқларида инновацион бошқарув фаолиятини модернизациялаш ва ривожлантириш муоммолари: Республика илмий-амалий анжумани материаллари. – Тошкент, 2013. – Б. 155-157.

10. Раджабов А., Ибрагимов М., Саломов М.Н. Энергоэффективность и возобновляемые источники энергии в энерготехнологических процессах сельскохозяйственного производства // “Инновация-2014” Халқаро илмий-амалий анжумани. Илмий мақолалар тўплами. – Тошкент, 23-24 октябр, 2014. – Б. 158-159.

11. Раджабов А., Саломов М. Қишлоқ хўжалиги истеъмолчилари локал энергия таъминоти тизимини шакллантириш принциплари // Инновацион техника ва технологияларни қўллашнинг устувор йўналишлари: тажрибалар, муаммолар, истиқболлар: иқтидорли ёшларнинг илмий-техник анжумани маъруза тезислари тўплами. – Жиззах, 23 феврал, 2015. – Б. 192-196.

12. Раджабов А., Ибрагимов М., Саломов М. Сравнительная оценка энергетической эффективности электротехнологий сушки плодов и винограда // Проблемы повышения эффективности использования электрической энергии в отраслях агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции. – Ташкент, 25-26 май, 2015. – С. 34-37.

13. Ибрагимов М., Эшпулатов Н.М., Саломов М.Н. Боғдорчилик ва узумчиликка ихтисослашган фермер хўжаликлари истеъмолчиларини қайта тикланувчи энергия манбаларидан комплекс фойдаланишга асосланган локал энергия таъминоти тизимини лойиҳалаш муаммолари // Муқобил энергия манбалари ва улардан фойдаланишнинг долзарб муаммолари: Республика илмий-техник анжумани материаллари. – Бухоро. 25-26 ноябр, 2015. – Б. 130-132.

14. Eshpulatov N.M., Salomov M.N., V.Fayzullaev. Energy characteristics in artificial energy systems // Актуальные проблемы аграрной науки, производства и образования: Материалы II международной заочной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов на иностранных языках. – Россия, Воронеж, 14-15 апрель, 2016. – С. 142-144.

15. Раджабов А., Эшпулатов Н., Саломов М. Мева-сабзавот маҳсулотларини қайта ишлаш ва сақлашда электрофизик таъсирларнинг энергетик, экологик ва иқтисодий самарадорлик омиллари // Ўзбекистон озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлашда мева-сабзавот ҳамда узумчилик соҳасининг роли ва аҳамияти: Халқаро илмий-амалий анжумани материаллари. – Тошкент, 25 май, 2017. – Б. 246-249.

Автореферат «Ирригация ва мелиорация» илмий журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди ва унинг ўзбек, рус, инглиз (тезис) тилларидаги матнлари мослиги текширилди. (__. __.2020 й)

Босишга рухсат этилди: __. __.2020 йил
Бичими 60x45 ¹/₈, «Times New Roman»
Гарнитурда рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи 2,5 Адади: 100. Буюртма: № ____.

ТТЕСИ босмахонасида чоп этилди.
Тошкент шаҳри, Шоҳжаҳон кўчаси., 5-уй.