

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc 03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

УСМОНЖОНОВА ХУЛҚАР УМАРКУЛОВНА

**ЎСИМЛИК ХОМ АШЁСИДАН ТАБИИЙ ОЗИҚ-ОВҚАТ БЎЁҚЛАРИ
ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**02.00.17 - Қишлоқ хўжалик ва озиқ-овқат маҳсулотларига ишлов бериш,
сақлаш ҳамда қайта ишлаш технологиялари ва биотехнологиялари**

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

Тошкент - 2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Contents of the dissertation abstract of doctor of Philosophy (PhD)

Усмонжонова Хулкар Умаркуловна Ўсимлик хом ашёсидан табиий озиқ-овқат бўёқлари олиш технологиясини такомиллаштириш	3
Усмонжонова Хулкар Умаркуловна Совершенствование технологии получения натуральных пищевых красителей из растительного сырья	21
Usmonjonova Hulkar Umarkulovna Improving the technology of obtaining natural food colors from plant materials	39
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works.	42

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc 03/30.12.2019.Т.04.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

УСМОНЖОНОВА ХУЛҚАР УМАРКУЛОВНА

**ЎСИМЛИК ХОМ АШЁСИДАН ТАБИИЙ ОЗИҚ-ОВҚАТ БЎЁҚЛАРИ
ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

**02.00.17 - Қишлоқ хўжалиги ва озиқ-овқат маҳсулотларига ишлов бериш,
сақлаш ҳамда қайта ишлаш технологиялари ва биотехнологиялари**

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

Тошкент - 2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида № В2018.4.PhD/T887 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси (ik-kimyo.nuu.uz) ҳамда «Ziyonet» Ахборот-таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Додаев Кўчқор Одилович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оponentлар:

Абдурахимов Саидакбар Абдурахмонович
техника фанлари доктори, профессор

Мирзарахметова Дилбар Тохтамуратовна
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Бухоро муҳандислик-технологияси институти

Диссертация химояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc 03/30.12.2019.T.04.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «10» 08 соат 11 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар, Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўчаси, 32. Тел.: (99871) 244-79-20, факс: (99871) 244-79-17; e-mail: teti_info@edu.uz.) Тошкент кимё-технология институти Маъмурий биноси, 2-қават, анжуманлар зали

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (110 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100011, Тошкент шаҳар, Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўч., 32. Тел.: (99871) 244-79-20.

Диссертация автореферати 2021 йил «20» 07 кун тарқатилди.
(2021 йил «20» 07 даги № 26 рақамли респ. баённомаси).



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

Х.И. Қодиров
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби, т.ф.д., доцент

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

КИРИШ (Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Дунё миқёсида озиқ-овқат маҳсулотлари ишлаб чиқариш технологиясининг ривожланиши натижасида озиқ-овқат кўшимчаларига бўлган эҳтиёж янада ортади. Бугунги кунда маҳсулотга кўшиладиган бўёқлар ранг кўрсаткичларини яхшилаш, жозибadorлигини ошириш, истеъмолчиларни жалб қилиш мақсадида қўлланилади ва уларнинг асосий қисмини синтетик ва ўсимлик бўёқлари ташкил қилади. Шу билан бирга табиий бўёқлар кўшиб, озиқ-овқат маҳсулотларининг органолептик кўрсаткичларини яхшилаш, маҳсулотнинг озиқавий қийматини ошириш, хавфсиз ва табиий бўёқлар олиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда озиқ-овқат саноатида витаминлар, микро- ва макроэлементларга бой табиий озиқ-овқат бўёқлари ишлаб чиқариш ва бошқа турдош тармоқларни ривожлантириш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, ўсимлик хом ашёларидан табиий озиқ-овқат бўёқлари олиш, ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларнинг сифатини яхшилаш, озиқавий хавфсизлигини таъминлаш, биологик қиммати ва жозибadorлигини оширишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда озиқ-овқат саноатида мева-сабзавотларни сақлаш ва уларни қайта ишлаш, экспортбop маҳсулотлар ишлаб чиқариш бўйича замонавий технологиялар саноат миқёсида жорий этилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «саноатни сифат жиҳатдан янги босқичга кўтариш, маҳаллий хом ашё манбаларини чуқур қайта ишлаш, тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни жадаллаштириш, янги турдаги маҳсулотлар ва технологияларни ўзлаштириш»¹ муҳим вазифалари белгилаб берилган. Бу борада хом ашё манбаларини миқдор ва самарadorлигини баҳолаб, мавжуд технологияларга жиддий янгилик киритиш ва ишлаб чиқаришга татбиқ этиш, юқори сифатли маҳсулот олиш, ишлаб чиқарилаётган маҳсулотнинг табиий хоссаларини сақлаб қолиш, асосий хом ашёларни тежаш, табиий хом ашё ва маҳсулотлардан самарали фойдаланиш, тайёр маҳсулот таннархини камайтириш ҳамда озиқ-овқат ишлаб чиқариш корхоналарини табиий бўёқлар билан таъминлашни ривожлантириш ва кенгайтириш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 16 январдаги ПФ-5303-сон "Мамлакатнинг озиқ-овқат хавфсизлигини янада таъминлаш чора тадбирлари тўғрисида"ги, 2019 йил 29 июлдаги ПҚ-4406-сон "Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини чуқур қайта ишлаш, жумладан мева ва сабзавотларни сақлаш ва қайта ишлаш, уларнинг истеъмол меъёрларини талаб даражасига етказиш ҳамда турли ярим фабрикатлар ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш, озиқ-овқат саноатини янада ривожлантириш бўйича кўшимча чоратадбирлар тўғрисида"ги Фармонлари ва 2019 йил 14 мартдаги ПҚ-4239-сон

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон "Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида" ги Фармони.

“Мева сабзавотчилик соҳасида қишлоқ хўжалик кооперациясини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишини устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар тараққиётининг V. «Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф-муҳит муҳофазаси» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Бўёкли хом ашё, мева-сабзавот, резаворлар, полиз маҳсулотлари ва зираворларни қайта ишлашдаги иккиламчи хом ашёдан озик-овқат бўёқлари олиш технологиялари бўйича Tomson, Zeykel, Harborn, Olston, Nashe, Sigelman, Wollen, Stodol, Jekson, Krukshank, Horovits, В.К.Гинс, В.М.Болотов, А.В.Зубченко, Г.О.Магомедов, С.Я.Корячкина, О.А.Лупанова, Е.В. Алексеенко, Е.В.Комарова, Е.В.Красникова, О.С.Содиқов, З.Б.Рахимхонов, А.К.Каримжонов, А.И.Исмоилов, С.К.Атхамова, С.Мавлонов, Ш. Исломбеков каби етакчи олимлар томонидан илмий-тадқиқот ишлари олиб боришган.

Улар томонидан мева-сабзавотлар, резаворлар ва ўсимлик хом ашёларидан озик-овқат бўёқлари олиш технологияси такомиллаштирилган, табиий бўёқларнинг органолептик, физик-кимёвий, микробиологик хоссаларига таъсири баҳоланган ҳамда озикавийлик қиймати ва сифати тадқиқ этилган.

Шу билан бирга табиий бўёқ моддалар ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш ва жорий этишда хом ашёни биологик ва озикавий қимматини тўла сақлаб, енгил иссиқлик ишлови бериш, улардан маҳсулотлар тайёрлашда самарали фойдаланиш ҳамда хавфсизлигини ошириш, консерва саноати ва умумий овқатланиш корхоналари учун яримфабрикат тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни кенгайтириб, маҳсулот тайёрлаш жараёнини осонлаштириш, жиҳозлар унумдорлигини ошириш ва ишчи кучи, энергия сарфи, вақт меъёридан самарали фойдаланишга эришиш ҳам талаб этилади.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ №ОТ-А12-20 «Ўсимлик хом ашёсини қайта ишлашдаги чиқитлардан биологик фаол қўшимчаларни комплекс олиш технологиясини такомиллаштириш» (2017-2018 йй) мавзусидаги амалий лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади ўсимлик хом ашёсидан табиий озик-овқат бўёқлари олиш технологиясини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

ўсимлик хом ашёси ва иккиламчи маҳсулотларидаги бўёқ моддалар таркибини ўрганиш ва таснифини шакллантириш;

бўёқ моддалар тутган райҳон ва амарант ўсимлигининг хом ашёларини экстракциялаш жараёнини тажриба йўли билан ўрганиш;

олинган бўёқ моддалар экстрактларининг кимёвий таркиби ва хоссаларини

тадқиқ этиш;

ўсимлик хом ашёларидан олинган табиий бўёқ модданинг хавфсизлиги мезонларини белгилаш ва чегаравий рухсат этилган концентрациясини таъминлаш;

ўсимлик хом ашёсидан бўёқ моддалар ажратиб олиш технологик тизимининг принципиал схемасини ишлаб чиқиш;

табиий бўёқлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш, озик-овқат ва умумий овқатланиш корхоналари тизимида қўллаш, ишланма иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида маҳаллий шароитда етиштирилган мева ва резаворлар, озик-овқат иккиламчи хом ашёси, бўёқ модда сақлаган ўсимликлар, тайёрланган бўёқ модда экстракт ва концентрати олинган.

Тадқиқотнинг предметини бўёқ сакловчи ўсимликлар, маҳаллий мева ва резаворлар, уларни қайта ишлашда ажратилган иккиламчи хом ашёдан бўёқ моддаларни экстракциялаш жараёни, экстракт хоссалари, хавфсизлиги, ишлаб чиқаришни шакллантириш имкониятлари ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда органолептик кўрсаткичларини баҳолаш Е.Д.Тильгнернинг модификацияланган усулида, умумий углеводлар миқдорини аниқлаш Дюбуа, оксил миқдорини аниқлаш Лоури, С витаминини миқдорини аниқлаш йодометрик усулда, бўёқ моддалар миқдорини аниқлаш фотометрик усулида амалга оширилган. Бўёқ моддалар экстрактининг микробиологик кўрсаткичларининг СанПиН 0366-19 талабларига мослиги текширилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

райҳон ва амарант ўсимликларини экстракциялашда гидромодуль 1/7, экстрагентдаги лимон кислотасининг 1%, этил спирти миқдори 50% бўлганда, 20°C ҳароратда хом ашё таркибидаги бўёқ модданинг экстракцияланиш даражаси ортиши аниқланган;

райҳондан олинган бўёқ моддалар таркибида фруктоза 7,14, глюкоза 5,6 ва сахароза 6,82 мг/л, витаминлар В₁ - 273,04, В₂ - 265,70, В₁₂ - 526,32 ва В_с - 617,20 мг/л аниқланиб, табиий озик-овқат бўёқлари биологик фаол моддаларга бойлиги исботланган;

амарант ўсимлигининг *Amaranthaceae - Celosia cristata* L. навидан олинган бўёқ моддалар таркибида фруктоза миқдори 17,04, глюкоза 9,42 ва сахароза 7,21 мг/л ни, *Amaranthus cruentus* L. навида фруктоза миқдори 54,65, глюкоза 34,53 ва сахароза 19,8 мг/л ни ташкил этиши аниқланган;

ўсимлик хом ашёларидан олинган табиий бўёқ модданинг хавфсизлиги мезонларига мослиги ва чегаравий рухсат этилган концентрациядан камлиги аниқланган;

райҳон (*Occimum basilicum* L.) барглари ва Амарант ўсимлигининг *Amaranthus cruentus* L. ҳамда *Amaranthaceae-Celosia cristata* L. навлари гулларидан сув-спиртли экстракциялаш усулида озик-овқат бўёғи олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

ўсимлик бўёқ моддалари экстракти ва концентрати ишлаб чиқариш

линиясининг принципиал схемаси таклиф этилган;

Ўсимлик хом ашёси ва иккиламчи маҳсулотларидаги бўёқ моддалар таркиби таснифланган, райҳон ва амарант ўсимлиги хом ашёларини экстракциялаш жараёни тажриба йўли билан аниқланган;

бўёқ моддалар экстрактининг кимёвий таркиби ва хоссалари тадқиқ этилган;

Ўсимлик хом ашёларидан олинган табиий бўёқ моддаларнинг хавфсизлик мезонлари сифатида қабул қилинган параметрлари ПДК-дан кам эканлиги аниқланган;

корхонада озиқ-овқат бўёқ моддаларини олиш технологияси ишлаб чиқиш, консерва заводлари ва умумий овқатланиш корхоналари тизимида қўллаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган, иқтисодий самарадолиги ҳисобланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги экспериментлар таҳлилида замонавий физик-кимёвий тадқиқот услублари, регрессион тенгламаларнинг аниқлиги ва уларни ҳақиқий жараёни адекват тарзда ифодалаганлиги, бўёқ моддаларни тайёрлаш технологияларини амалиётга жорий этиш бўйича инновацион ишланмалар рўйхатига киритилган

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти бўёқ модда тутган мева-сабзавот, резаворлар, саноат иккиламчи хом ашёсидан бўёқ моддаларни экстракция усулида ажратиб олиш, тозалаш ва қуюлтириш жараёнларининг илмий асосининг яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти бўёқ моддаларнинг органо-лептик ва физик-кимёвий хоссалари, микробиологик ҳолати ва озиқавий хавфсизлиги текширилганлиги, истеъмолга тайёр бўёқлардан озиқ-овқат саноати ҳамда умумий овқатланиш тармоғида фойдаланиш тавсия этилганлигидан иборат.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ўсимлик хом ашёсидан озиқ-овқат бўёқлари олиш технологиясини такомиллаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

Ўсимлик хом ашёсидан экстракциялаш усулида озиқ-овқат бўёғи олиш технологияси Ўзбекистон озиқ-овқат саноати уюшмасининг «2021–2025 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («Ўзбекистон озиқ-овқат саноати уюшмаси»нинг 2021 йилнинг 11 мартдаги 11-26/03-21-сон маълумотномаси). Натижада, микро- ва макроэлементлари сақланган, истемол учун хавфсиз бўлган бўёқлар олиш имконини берган;

амарант гулидан озиқ-овқат бўёғи олиш технологияси Ўзбекистон озиқ-овқат саноати уюшмасининг «2021–2025 йилларда амалиётга жорий этиш бўйича истиқболли ишланмалар рўйхати»га киритилган («Ўзбекистон озиқ-овқат саноати уюшмаси»нинг 2021 йилнинг 11 мартдаги 11-26/03-21-сон маълумотномаси). Натижада, биологик фаол моддаларга бой, углеводлар миқдори 17,1 - 54,5 мг/кг бўлган, алкалоидлар, оғир металллар ва уларнинг тузлари меъёрларга мос келувчи бўёқлар олиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 7 та, шу жумладан, 4 та халқаро ва 3 та республика илмий-амалий анжуманларида

муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича 15 та илмий иш Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг асосий илмий натижаларни чоп этиш учун тавсия этилган илмий нашрларида 4 та мақола, жумладан 2 та республика ва 2 та хорижий журналларда чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши кириш, 4 та боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг умумий ҳажми 119 бетдан иборат.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган. Тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Адабий шарҳ. Бўёқ манбаи бўлган ўсимликлар тўғрисида маълумотлар**» деб номланган биринчи бобида озиқ-овқат бўёқлари, турлари ва озиқ-овқат саноатидаги ўрни, аҳамияти, бажарадиган вазифалари, органолептик хусусиятлари, озиқавий қиммати ҳамда бу кўрсаткичларга таъсир этувчи хом ашё хоссалари ва технологик омиллар таҳлил қилинган. Озиқ-овқат бўёқлари олишда қўлланиладиган хом ашёларнинг таркибий қисми ўрганилган.

Алоҳида ўсимликлар, қайта ишлашдаги иккиламчи хом ашё асосида марказлашган ҳолда табиий бўёқ олиш технологияси ишлаб чиқишни ташкил этиш, уларни фойдаланиш соҳасини физик-кимёвий хоссалари асосида белгилаш, расмийлаштириш мақсадга мувофиқлиги кўрсатилган. Юқорида ўрганилган маълумотлар асосида тадқиқот мақсад ва вазифалари белгилаб олинган.

Диссертациянинг «**Тадқиқот усуллари, реактив ва приборлар. бўёқларнинг кимёвий таркиби, физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ этиш, сифатини аниқлаш усуллари**» деб номланган иккинчи бобида тажрибалар давомида ишлатилган материаллар ва уларга қўйиладиган стандарт талаблар, тадқиқот объектлари ҳамда тадқиқот жараёни давомида қўлланилган услублар таҳлил қилинган.

Диссертациянинг «**Тадқиқот қисми. Лаборатория шароитида ўсимликлардан озиқ-овқат бўёқлари олиш**» деб номланган учинчи бобида тадқиқот объектлари –райҳон ва амарант ўсимлигидан олинган бўёқ моддалар экстрактлари ҳамда концентратларининг кимёвий таркиби ва хоссалари тадқиқ этилган. Лаборатория шароитида танланган ўсимлик бўёқ манбаларини барчасидан деярли бир хил кетма-кетликда экстракт ва концентрант олинган, таққослаш орқали энг самарали экстрагент танланди. Тадқиқотнинг асосий қисми 1/7 нисбатда олинган экстрактлар ва ВБҚ олинган концентратларнинг органолептик, физик-кимёвий ва бошқа хоссаларига тегишли. Табиий бўёқ моддалар олиш учун энг истиқболли хом ашёлардан райҳон ва амарант ўсимликларига алоҳида эътибор қаратилди.

Эритмалар ротор буғлатиш қурилмасида қуйилтирилди ва концентрат ҳолига келтирилди. Олинган ҳар бир экстракт ва концентрат таркибидаги қурук модда миқдори ГОСТ ИСО 2173-2013-да кўрсатилган аниқлаш усулида, кислоталилиги, зичлиги аниқланди, олинган натижалар 1-3 жадвалларда келтирилган.

1-жадвал

Райҳон баргидан олинган бўёқ модда экстракт ва концентрати кўрсаткичлари

Спиртли эритма, (%)	Солиштира оғирлиги, (кг/м ³)		Қурук модда миқдори, (%)		Эритма муҳити рН	
	экстракт	конц-т	экстракт	конц-т	экстракт	конц-т
10%	1,003	1,056	5,4	11,4	4,0	3,5
20%	0,985	1,063	6,2	18,5	4,0	3,3
30%	0,975	1,071	9,2	21,0	4,0	3,2
40%	0,960	1,075	14,6	21,4	4,0	4,5
50%	0,951	1,078	17,0	21,6	4,0	4,5
60%	0,945	1,085	21,0	15,8	4,2	4,5
70%	0,935	1,091	21,2	16,0	4,2	4,4

Таҳлил қилиб ўрганилган қонуниятлар: экстрагент таркибида спирт улуши ортиб (10-70%) бориши баробарида, солиштира оғирлиги камайди (1,003-0,935), райҳон хом ашёси экстрактдан олинган концентратнинг солиштира оғирлиги ортиб боради (1,056-1,091), қурук модда миқдори ортиб боради (5,4-21,2). Роторли вакуум-буғлатиш аппаратида олинган маҳсулот концентрацияси 11,4-21,6 оралиқда экспоненциал кўринишда ортиб борди.

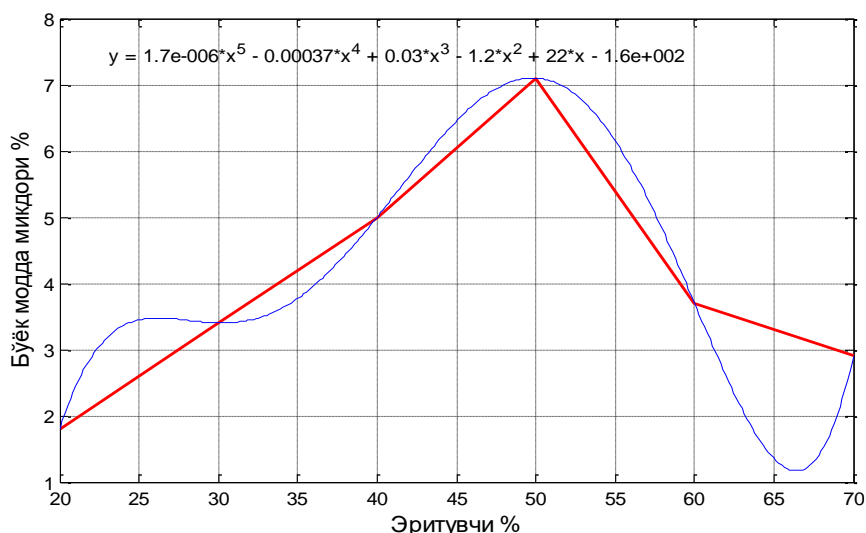
Райҳон экстрактидаги қурук модда ҳисобланган эфир мойларининг буғланиши ҳамда комфора мойининг эритма юзида тўпланиб чиқиши туфайли концентрация ўсишининг кескин камайиши юзага келади. Эритма ва концентрат таркибидаги бўёқ моддаларнинг миқдори аниқланди. ФЭК-да 440, 490, 540 ва 590 нм тўлқин узунликларида концентрат таркибидаги табиий бўёқ моддалар миқдори нур ютишининг зичлиги - эритма ва концентрат таркибидаги бўёқ моддалар миқдорининг ўзгаришлари 1 ва 2-расмларда келтирилган.

1-расмда райҳон ўсимлиги баргининг таркибидаги табиий бўёқ моддани экстракциялаб олиш учун қўлланилаётган сув-спиртли эритма таркибидаги спирт концентрациясининг ўсиб бориши бўйича ўзгаришининг экспериментал олинган маълумот ёрдамида регрессион тенгламаси олинди.

$$Y = 1.7e-0.6 x^5 - 0.37 x^4 + 0.03x - 1.2 x^2 - 22 x - 1.6 e + 2 \quad (1)$$

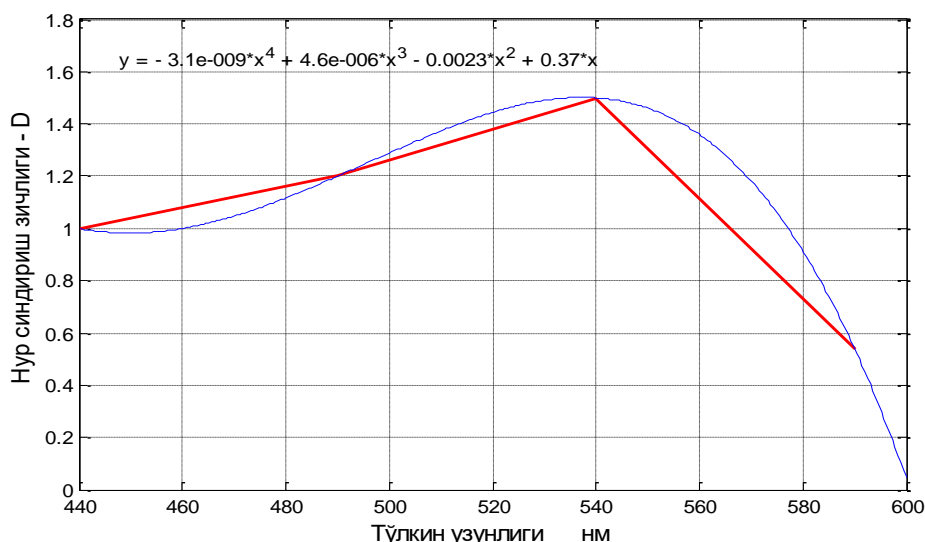
Экстракт таркибидаги бўёқни экстракцияловчи эритма таркибидаги спирт миқдори 50%-га етганда бўёқ миқдори максимал кўрсаткичга етди ва 7%-ни ташкил этди. (2) регрессион тенглама ёрдамида чиқаётган бўёқ миқдорини ҳисоблаш имконияти вужудга келди. 2-расмда экстракт таркибида бўёқ миқдорининг 440-600 нм диапазонда ўлчанган кўрсаткичлари бўйича қурилган графикда экстракт таркибидаги бўёқнинг максимал миқдори ФЭК нинг 540 нм тўлқин узунлигига мос келади ва 1,47 г/л-га тенг.

$$Y = -3,1e-09 x^4 + 4,6 e-06 x^3 - 0,023 x^2 + 0,37x \quad (2)$$



1-расм. Концентрат таркибидаги бўёқ моддалар миқдори.

Олинган натижаларда антоцианлар миқдори 540 нм тўлқин узунлигида 1,47 г/л кўрсаткични берди. Шунингдек, райхон баргларида олинган бўёқ концентрати таркибидаги қанд ва витаминлар миқдори аниқланди. Олинган натижалар 2-жадвалда келтирилди.



2-расм. 440, 490, 540 ва 590 нм тўлқин узунликларида 50%-ли спирт эритмасида олинган экстрактларда нур ютилиш зичлиги.

2-жадвал

Райхон баргларида олинган концентрат таркибидаги углевод ва витаминлар миқдори

Кон-центрат	Углеводлар, мг/л			Витаминлар мг/л				
	Фруктоза	Глюкоза	Сахароза	В ₁	В ₂	В ₆	В ₁₂	В ₉
20%	5.94	-	-	27.52	341.67	-	-	-
30%	8.46	6.94	2.73	22.20	376.36	-	-	-
40%	9.12	4.76	4.59	274.40	375.40	-	524.17	651.40
50%	7.14	5.6	6.82	265.70	265.70	-	526.32	617.20

Олинган экстрактларнинг кислоталилиги, қуруқ модда миқдори, солиштирма зичлиги, экстракт таркибидаги бўёқ модда миқдори, концентрат таркибидаги углеводлар ва витаминлар миқдори умумий методикалардан фойдаланиб аниқланган. 20%-ли эритмада олинган бўёқ моддалар

экстрактивнинг таркибидаги фруктоза миқдори 5,94 мг/л бўлиб, 40%-ли экстрактда максимал қиймат 9,12 мг/л эга бўлди, 50% эритмада олинган бўёқ таркибидаги фруктоза миқдори 7,14 мг/л га тушди. Глюкоза миқдорининг ўзгариши ҳам худди шундай динамикага эга. Сахароза миқдори эритма таркибида спирт улуши ортиши бўйича ортиб борди. Бу эритманинг қуйи концентрациясида моносахаридлар миқдори нисбатан юқори эканлигини англатади. Қандлардан ташкил топган полимер занжир юқори концентрацияга эга бўлган спиртларда чўкади, яъни чўкиш полисахаридларнинг молекуляр массасига боғлиқ. Концентрат таркибидаги витаминлар миқдори ҳам 40% ва 50%-ли спирт эритмасида ортиқ экани, бу эса витаминларнинг органик эритувчиларга нисбатан сувда яхши эришини исботлайди.

Райҳон ўсимлиги баргларининг сув-спиртли экстрактларининг 20°C, 30°C, 40°C ва 50°C гача бўлган ҳароратларда олинган экстрактларнинг оптик зичлиги турли вақт оралиғида ўрганилди. 1%-ли лимон кислотаси қўшилган 50%-ли спиртли эритманинг мақбул экстрагент эканлигини аниқланди.

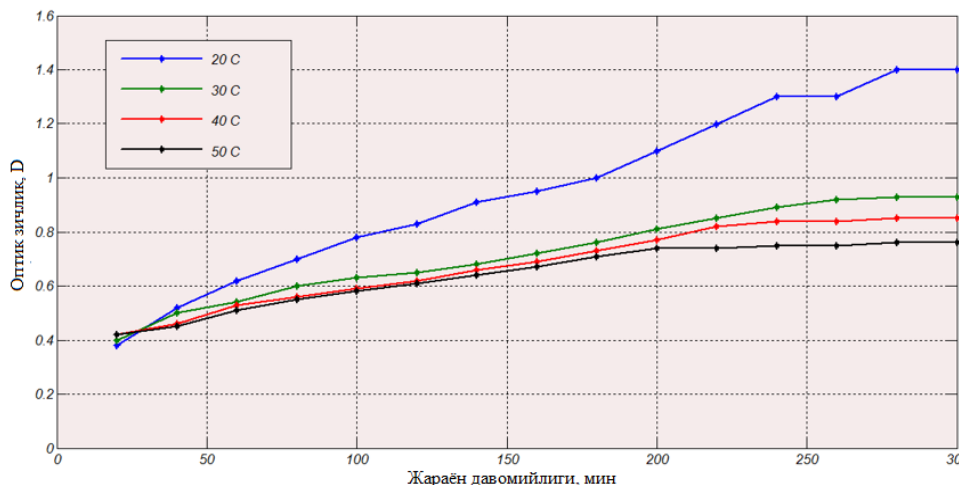
Райҳон барглари экстракти оптик зичлигига ҳароратнинг таъсири. Ҳароратнинг райҳон ўсимлиги баргларининг сув-спиртли эритмада олинган экстрактивнинг оптик зичлигига таъсирини ўрганиш натижалари 3-расмда келтирилган.

$$Y^1=1e009x^4+6,7e-007x^3-0,015x^2+0,017x+0,034 \quad (3)$$

$$Y^2=6,6e-012x^5-6e-009x^4+2e-006x^3-0,03x^2+0,021x+0,023 \quad (4)$$

$$Y^3=8,2e-012x^5-7,1e-0,09x^4+23e-006x^3-0,032x^2+0,021x+0,29 \quad (5)$$

$$Y^4=8,9e-012x^5-7,5e-009x^4+2,3e-006x^3-0,032x^2+0,021x+0,032 \quad (6)$$



3-расм. Экстракция жараёнининг самарадорлигига ҳароратнинг таъсири.

Райҳон ўсимлиги баргларининг сув-спиртли экстрактларининг 20°C, 30°C, 40°C ва 50°C гача бўлган ҳароратларда олинган экстрактларнинг оптик зичлиги турли вақт оралиғида ўрганилди.

Қуритилган райҳон барглари экстракти концентратлари таркибининг Na, Mg, P, Fe ва Cu микроэлементларига бойлиги ҳамда озиқ-овқат маҳсулотлари таркибидаги оғир металллар ва токсик элементлар миқдори, масалан қўрғошин (Pb)нинг 5,0 мг/кг, мишьяк (As)нинг 3,0 мг/кг, кадмий (Cd)нинг 1,0 мг/кг –дан, яъни чекланган даражадан ошмаётганлигини ҳисобга олганда, инсон организми учун зарарсиз эканлиги аниқланди, натижалар 5-жадвалда келтирилган.

3-жадвал

Райҳон ўсимлигидан олинган концентратлар таркибидаги микро- ва макроэлементлар

Макро- ва макроэлементлар					
Элементлар	Экстрактда	Концентратда	Элементлар	Экстрактда	Концентратда
	мг/кг			мг/кг	
Бор (В)	4,09	5,397	Хром (Cr)	1,314	2,069
Натрий (Na)	20344,4	23913,56	Цинк (Zn)	4,70	2,33
Магний (Mg)	170,9	365,0	Мишьяк (As)	2,61	2,80
Фосфор (P)	1577,23	30457,29	Селен (Se)	0,880	0,935
Кальций (Ca)	3268,50	5521,5	Рубидий (Rb)	63,75	77,67
Темир (Fe)	179,79	306,2	Стронций (Sr)	296,09	664,4
Литий (Li)	21,190	27,668	Кадмий (Cd)	0,20	0,60
Алюминий (Al)	28,290	76,114	Кўрғошин (Pb)	1,77	3,26
Титан (Ti)	15,57	22,66	Никель (Ni)	0,285	0,187
Кобальт (Co)	0,54	0,55	Молибден (Mo)	0,741	0,497
Мис (Cu)	29,70	52,75			

Кейинги босқичда амарант ва ундан олинган бўёқ моддалар экстрактларининг кимёвий таркиби ва хоссалари тадқиқ этилди.

Эритма қуйилтириш учун вакуумли ротор буғлатиш аппаратида концентрат ҳолига келтирилди ва физик-кимёвий кўрсаткичлари аниқланди. Қуйилтирилган эритма таркибидаги бўёқ моддалар миқдори 4-жадвалга киритилди.

4-жадвал

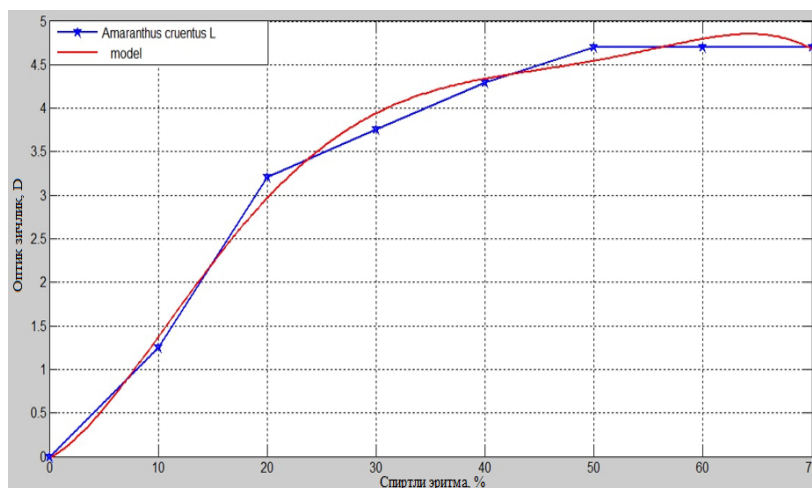
Эритма концентратининг физик-кимёвий кўрсаткичлари

№	Амарантнинг турли навларининг экстрактлари	Солиштирма оғирлиги, кг/м ³	Курук модда миқдори	рН кўрсаткичи	540 нм спектрдаги бўёқ моддалар миқдори, г/л
1.	<i>Amaranthus hypochondriacus</i> L.	0,997	9,2	4,3	3,9
2.	<i>Amaranthus tricolor</i> L.	1,000	9,4	4,4	4,3
3.	<i>Amaranthus cruentus</i> L.	0,997	9,5	4,5	4,7
4.	<i>Amaranthaceae-Celosia cristata</i> L.	1,000	10,0	4,4	4,9

Олинган натижаларга кўра концентрат таркибидаги бўёқ модда миқдори *Amaranthus cruentus* L ва *Amaranthaceae-Celosia cristata* L навларида бошқа навларга нисбатан кўплиги аниқланди ва кейинги босқичда ушбу навларнинг гуллари бўёқ олиш жараёнини тадқиқ ўтказиш учун танлаб олинди.

4-расмда *Amaranthus cruentus* L. ўсимлиги экстракти таркибидаги бўёқ миқдорининг экстракцияловчи эритма таркибидаги спирт миқдори 50%-га етганда ўлчанган бўёқ миқдори максимал кўрсаткичга етди ва 4,7 г/л-ни ташкил этди.

$$y = - 4.2e-08 \cdot x^5 + 7.7e-06 \cdot x^4 - 0.00049 \cdot x^3 + 0.011 \cdot x^2 + 0.072 \cdot x - 0.024 \quad (7)$$

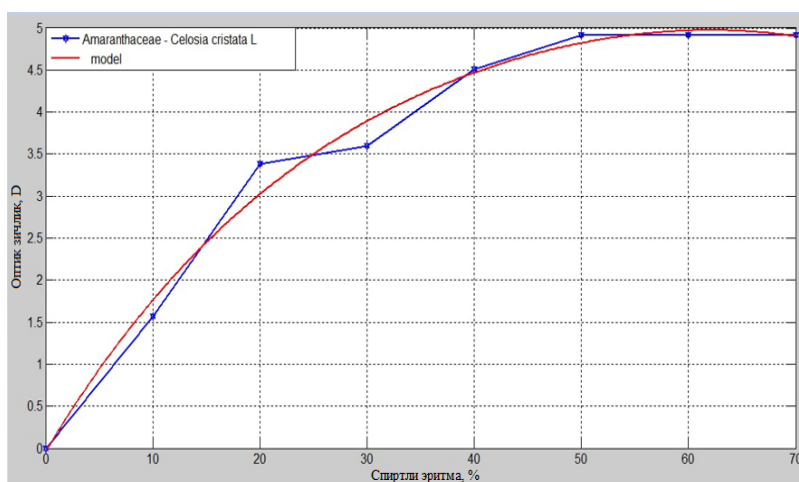


4-расм. *Amaranthus cruentus L.* ўсимлиги концентратини 540 нм тўлқин узунлигида нур ютилиши зичлиги – концентрат таркибидаги бўёқ моддалар миқдори.

Концентрат таркибидаги бўёқ моддалар миқдори ўрганиш натижалари 5-расмда келтирилган. *Amaranthaceae-Celosia L.* ўсимлик гуллари таркибидаги табиий бўёқ моддани экстракциялаб олиш учун қўлланилаётган спиртли эритма таркибидаги спирт концентрациясининг ўсиб бориши бўйича ўзгариши экспериментал олинган маълумот ёрдамида олинган регрессион тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$y = -1,7e-07 \cdot x^4 + 3,4e-05 \cdot x^3 - 0,0036 \cdot x^2 + 0,21 \cdot x - 0,039 \quad (8)$$

Amaranthaceae-Celosia L. ўсимлиги экстракти таркибидаги бўёқ миқдорининг экстракцияловчи эритма таркибидаги спирт миқдори 50%-га етганда 540 нм тўлқин узунлигидаги максимал бўёқ миқдори 4,9 г/л-ни ташкил этди.



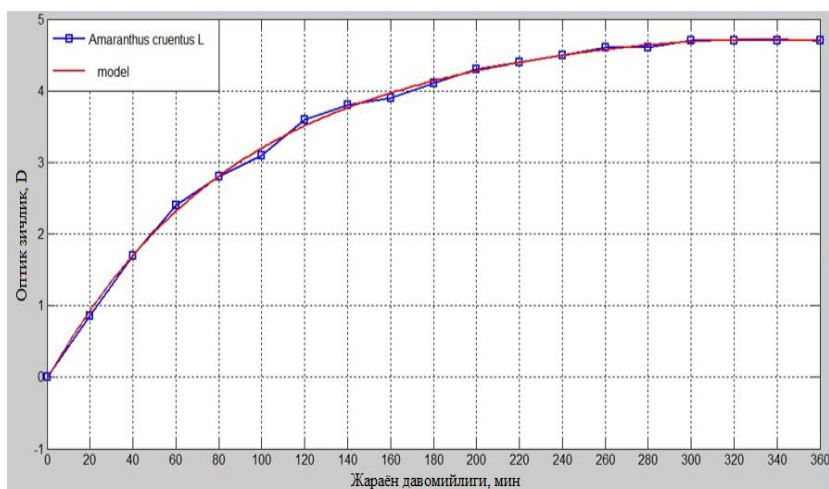
5-расм. *Amaranthaceae-Celosia cristata L.* ўсимлиги концентратларининг таркибидаги бўёқ моддалар миқдори.

Амарантдан бўёқ модданинг экстрактланишига жараён давомийлигининг таъсири ўрганилди, 50% сув-спиртли эритма 20 минутдан 18 соатгача бўлган вақт оралиғида концентрат таркибидаги бўёқ моддалар миқдорини максимал даражада экстракциялади, натижалар 6-расмда келтирилган.

6-расмда *Amaranthus cruentus L.* ўсимлиги экстрактининг концентрати таркибидаги бўёқ миқдори 6 соатда максимал кўрсаткичга етди ва 4,7 г/л-ни ташкил этди. Экстракция вақтининг ўзгариши бўйича экспериментал олинган

маълумот ёрдамида олинган регрессион тенгламаси қуйидаги кўринишга эга.

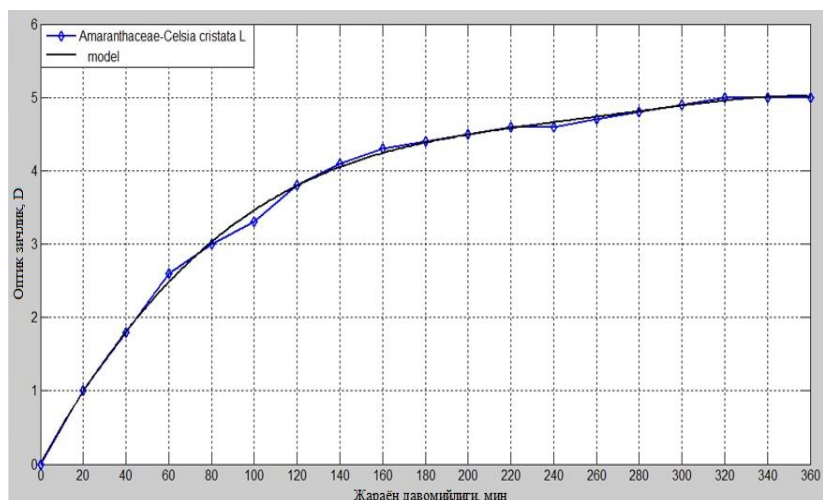
$$y = 9.1e-13 \cdot x^5 - 1.5e-09 x^4 + 9e-07 \cdot x^3 - 0.00029 \cdot x^2 + 0.054 \cdot x - 0.031 \quad (9)$$



6-расм. *Amaranthus cruentus L.* ўсимлик гулларини сув-спиртли экстрактини оптик зичлигининг вақт бўйича ўзгариши.

Amaranthaceae-Celosia cristata L. ўсимлиги экстрактининг концентратидаги бўёқ модда миқдори 6 соатда максимал кўрсаткич - 4,9 г/л -ни ташкил этди (7-расм).

$$y = -1.7e-12 \cdot x^5 + 9.9e-10 \cdot x^4 + 1.2e-07 \cdot x^3 - 0.0002 \cdot x^2 + 0.053 \cdot x + 0.017 \quad (10)$$



7-расм. *Amaranthaceae-Celosia cristata L.* ўсимлик гулларини сув-спиртли экстрактини оптик зичлигининг вақт бўйича ўзгариши.

Amaranthus cruentus L. ва *Amaranthaceae-Celosia cristata L.* навларининг сув-спиртли эритманинг турли концентрациясида бўёқ модда миқдорининг ошиши ўрганилди, натижалари 5-жадвалда келтирилди.

Сув-спиртли эритманинг концентрацияси ошиб бориши натижасида хом ашёдаги бўёқ миқдорининг ошиши кузатилмоқда, эритма концентрацияси 10-дан 50%-гача ортиб бориши бўйича антоциан миқдори 1.25 г/л-дан, 4.7 г/л –гача ортиб борганлиги кузатилди. Бундан кўришиб турибдики, *Amaranthus cruentus L.* экстракти учун 50% сув-спиртли эритма мақбул натижа берди. Эритмадаги спирт миқдорини янада ошириб бориш ижобий натижа бермайди.

5- жадвал

***Amaranthus cruentus L.* ва *Amaranthaceae-Celosia cristata L.* экстрактида бўёк модда микдорининг ўзгариши**

Спиртли эритма, %	Оптик зичлик бўйича бўёк микдори, г/л			
	<i>Amaranthus cruentus L.</i>		<i>Amaranthaceae - Celosia cristata L.</i>	
	г/л	%	г/л	%
10	1,25	3,75	1,57	4,71
20	3,21	9,63	3,38	10,14
30	3,76	11,28	3,60	10,80
40	4,30	12,90	4,51	13,5
50	4,7	14,1	4,91	14,7
60	4,7	14,1	4,91	14,7
70	4,7	14,1	4,91	14,7

Amaranthaceae-Celosia cristata L. навида ҳам спиртли эритманинг концентрацияси ошириб борилганда, юқоридагига ўхшаш натижа кузатилди. Жараён давомида 10% ли эритмада 1.57, 50% эритмада эса 4.91 г/л бўёк моддаси борлигини кўрсатди. Ушбу ўсимлик учун 1% лимон кислотаси қўшилган сув-спирт эритмасининг мақбул концентрацияси 50%-ни ташкил этди.

Amaranthus cruentus L. ва *Amaranthaceae-Celosia cristata L.* навларининг углеводлар, макро- ва микроэлементлар микдори аниқланди ҳамда токсик хусусиятлари ўрганилди (6-жадвал). Бу навлардан олинган концентрат-ларнинг кислоталилиги $pH \sim 4,3-4,33$ оралиқда ўзгариши аниқланди.

6-жадвал

Амарант концентрати таркибидаги микро- ва макроэлементлар микдорининг таҳлили

Элементлар	Amaranthus cruentus L.	Amaranthaceae-Celosia cristata L.	Элементлар	Amaranthus cruentus L.	Amaranthaceae-Celosia cristata L.
	мг/кг			мг/кг	
Бор (В)	-	1,598	Хром (Cr)	0,180	0,586
Натрий (Na)	0,751	13,526	Рух (Zn)	-	0,138
Магний (Mg)	102,321	453,719	Мишьяк (As)	0,018	0,025
Фосфор (P)	20,842	406,283	Селен (Se)	0,015	0,058
Кальций (Ca)	-	-	Рубидий (Rb)	0,484	0,869
Марганец (Mn)	0,383	3,621	Стронций (Sr)	0,163	0,317
Темир (Fe)	2,236	3,056	Кадмий (Cd)	-	0,005
Литий (Li)	0,059	0,096	Қўғошин (Pb)	0,016	0,018
Алюминий (Al)	-	-	Никель (Ni)	0,051	0,022
Титан (Ti)	0,002	-	Молибден (Mo)	-	-
Кобальт (Co)	0,029	0,262	Олтингугурт (S)	139,650	189,444
Мис (Cu)	2,399	1,362			

Амарант ўсимлигидан олинган бўёк моддаларга концентрати таркибида углеводларнинг ўртача микдори 17,1-54,5 г/л-гача бўлиши аниқланди. *Amaranthus cruentus L.* ва *Amaranthaceae-Celosia cristata L.* экстракти концентратлари таркибининг Na, Mg, P, Fe ва Cu микроэлементларига бойлиги ҳамда озиқ-овқат маҳсулотлари таркибидаги оғир металллар ва токсик элементлар микдори, масалан қўғошин (Pb)-нинг 0,0018 мг/кг, мишьяк (As)-нинг 2,8 мг/кг, кадмий (Cd)-нинг 0,005 мг/кг -дан, яъни чекланган даражадан

ошмаслигини ҳисобга олганда, инсон организми учун зарарсизлиги аниқланди.

Табиий бўёқ модданинг хавфсизлигига таъсир этувчи омиллар ўрганилди. Табиий бўёқ моддалар таркибига ҳам ашёда мавжуд бўлган алколоидлар, оғир металллар ва уларнинг тузлари, айрим пайтда пестицид ва гербицидлар, кимёвий корхоналарга яқин ҳудудда жойлашган ҳам ашё етиштириш майдонларида кимёвий захарли ёки инсон соғлиғи учун хавфли моддалар ўтиши мумкин. Экологик тоза, хавфсизлиги таъминланган бўёқ моддалар олишда ушбу хавф манбалари назорат қилинади.

Алколоидлар миқдорини аниқлаш усуллари уларни чўктириш, оксидлаш, асос сифатида нейтраллаш ҳамда турли рангдаги бирикмалар ҳосил қилишга асосланган бўлиб, уч босқичда амалга оширилади:

1. Алколоидларни маҳсулотдан эритувчилар ёрдамида ажратиб олиш.
2. Алколоидларни турли аралашмалардан тозалаш.
3. Тоза алколоидлар миқдорини турли усуллар билан аниқлаш.

Райҳон ва амарант бўёқ моддалари таркибидаги оғир ва захарли моддалар миқдорини назорат қилиш тартиби ўрганилди.

Хавфсизлик даражаси бўйича оғир металллар 3 синфга бўлинади:

- I. Синф (юқори хавфли) - симоб, кўрғошин, кадмий, мышьяк, селен, рух;
- II. Синф (ўрта хавфли) - бор, кобальт, никель, молибден, сурьма, хром;
- III. Синф (кам хавфли) - барий, ванадий, марганец, вольфрам, стронций.

Олинган экстракт ва концентрат таркибидаги оғир металллар миқдори ушбу синфлар кесимида аниқланди ва ЧРЭК солиштирилди. Райҳоннинг экспериментда ўрганилган навида мишьякнинг экстрактдаги миқдори 2,6; концентратда 2,8 мг/кг чиқди, ЧРЭК-да 3,0 мг/кг. Амарант экстрактида ҳам ЧРЭК-дагидан кам эканлиги аниқланди.

Амарант ўсимлигининг гулларида ажратиб олинган бўёқ моддалар концентратининг токсикологик хусусиятлари лаборатория шароитида ўрганилди. Ўткир токсик таъсир кўрсаткичларни ўрганиш натижасида ҳар иккала *Amaranthus cruentus L.* ва *Amaranthaceae-Celosia cristata L.* навлари зарарсиз моддаларнинг 4-синфига кириши маълум бўлди, яъни зарарсизлиги қайд этилди.

7-жадвал

Амарант гулидан олинган бўёқнинг токсик хусусиятларини таҳлил қилиш натижалари

Amaranthus cruentus L.		Amaranthaceae-Celosia cristata L.	
Доза, мг/кг	Ҳалок бўлган жонворлар миқдори / жами	Доза, мг/кг	Ҳалок бўлган жонворлар миқдори / жами
5000	0/6	5000	0/6
10000	0/6	10000	0/6
15000	0/6	15000	0/6
ЛД ₅₀ >15000 мг/кг		ЛД ₅₀ >15000 мг/кг	

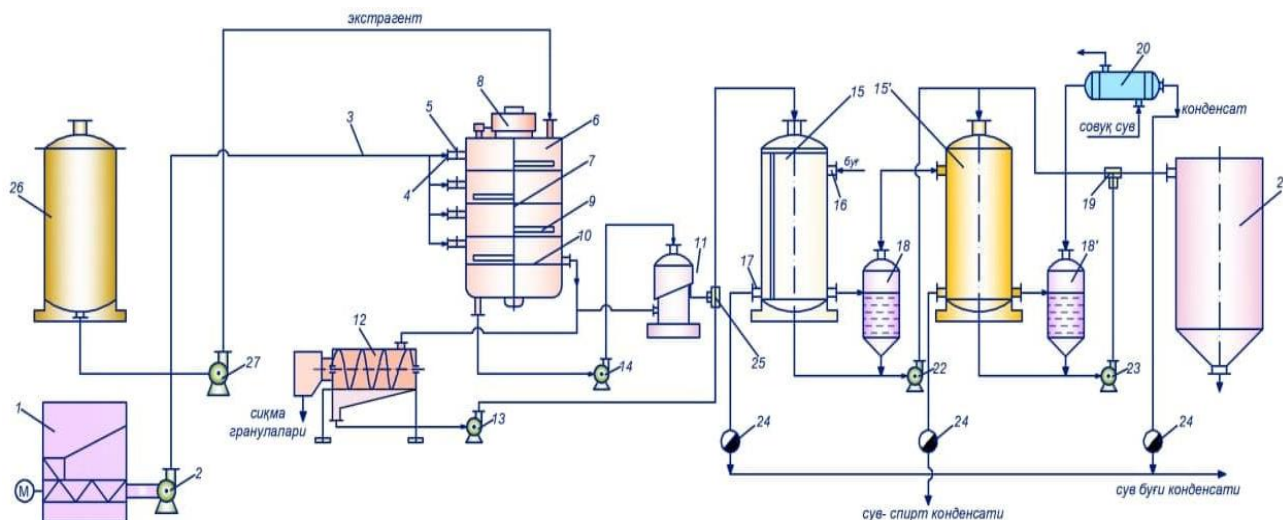
Райҳон ўсимлиги *Occimum basilicum L.* ва амарант ўсимлигининг *Amaranthus cruentus L.* ҳамда *Amaranthaceae-Celosia cristata L.* навларидан олинган бўёқ моддалари концентратининг органолептик кўрсаткичлари тадқиқ этилди. Олинган бўёқ моддаларнинг ранги шаффоф қизил, бегона хид ва таъмлардан холи эканлиги аниқланди.

**Райҳон ва амарант ўсимликларидан олинган бўёқ моддалари
концентратининг органолептик кўрсаткичлари**

Маҳсулот номи	Ранги	Консистенцияси	Ҳиди	Таъми
Райҳон ўсимлиги (<i>Occimum basilicum L.</i>)	Шаффоф, қизил	Оқувчан	Райҳон ўсимлигининг ўзига хос хушбўй ҳиди бироз сақланган	Бегона таъмлардан холи, райҳоннинг ўзига хос таъми бироз сақланган
Амарант ўсимлиги (<i>Amaranthus cruentus L.</i>)	Шаффоф тўқ қизил	Оқувчан	Бегона ҳидлардан холи	Амарантнинг ўзига хос таъми бироз сақланган
Амарант ўсимлиги (<i>Amaranthaceae-Celosia cristata L.</i>)	Шаффоф тўқ қизил	Оқувчан	Бегона ҳидлардан холи	Амарантнинг ўзига хос таъми бироз сақланган

8-расмда ўсимлик хом ашёси ва иккиламчи материалдан бўёқ моддалар олишнинг принципиал схемаси келтирилган.

Табиий бўёқларни кимёвий тузилиши бўйича флавоноидлар, беталаинлар, хинонлар, халкон ва оксикетонлар, каротиноидлар, рибофлавинлар, индигоидлар, порфиринларга таснифланишини, уларнинг ўсимлик гули, меваси, барги, танаси, пўстлоғи, илдизиди шаклланганлигини ҳисобга олган ҳолда айрим элементлари билан фарқ қилувчи ягона технологик линиясини шакллантирилди.



8-расм. Ўсимлик хом ашёсидан бўёқ моддалар экстракциялаш технологик линияси

1. Хом ашёни меъёрда узатиш бункери. 2. Пневмотранспортёр насоси. 3. Пневно-транспорт. 4. Юқори ярусда кириш жойи. 5. Шибер. 6. Экстрактор. 7. Вал. 8. Юритма. 9. Аралаштириш кураги. 10. Ажратиш сеткаси. 11. Центрифуга. 12. Пресс-гранулятор. 13, 14, 22, 23. Насослар. 15, 15¹. Вакуум-буғлатиш аппарати корпуси. 16. Иситиш буғининг кириш штуцери. 17. Конденсат чиқиш штуцери. 18, 18¹. Буғлатиш аппарати сепаратори. 19. Рефрактометр. 20. Конденсатор. 21. Концентрат йиғиш танки. 24. Конденсатчиқаргич. 25.Тройник. 26.Экстрагент сақлаш танки.

Экстракциялаш қурилмаси чанли кўпярусли, материал тўлдирилган кассетали, гидроциклонларда материал ва экстрагентни параллель ва қарама-қарши ҳаракатлантирувчи, карусель турли, лентали конструкцияларга эга.

Экстракт бевосита хом ашёдан олинганлиги сабабли унинг таркибига қаттиқ зарралар ўтади. Субстрат таркибидаги компонентлар экстрагентда эриган ва эримаган фракциялардан иборат бўлиб, эримаган компонентлар гравитацион, марказдан қочма куч майдони ҳамда фильтр ёрдамида ажратиб ташланади. Бунинг учун танкларда чўктириш ёки центрифуга ҳамда сепаратор ёрдамида ажратиш жараёнлари қўлланилади. Керак бўлган ҳолда матоли фильтрда тозаланади, янада тоза фракция керак бўлганда қоғозли, ундан юқори тозалик учун ультрафильтрда ишлов берилади.

Экстрактнинг кимёвий таркиби, тозалик даражаси технологик регламентдаги кўрсаткичларга мос келгандан сўнг вакуум-буғлатиш аппаратида (ВБА) қуюлтирилади. Шунингдек вакуум-буғлатиш ускунасини 3 ёки 4 корпусли, экстракторни 2 ёки 3 та, хом ашё тури 2 ёки 3 хилдан ошганда, ҳар бир ўсимлик ёки иккиламчи хом ашёнинг ўз экстрагенти борлигини инобатга олиб, 2 тадан ортиқ экстрагент сақлаш танкини қўллаб, технологияни такомиллаштириш мумкин.

ХУЛОСА

1. Ўзбекистон Республикасидаги ўсимлик хом ашёси ва иккиламчи маҳсулотларидаги бўёқ моддалар таркиби таснифланди, гулхайри, гибискус, анор пўстлоғи ва уруғи, сумих, лавлаги, райҳон, амарант каби хом ашёларни экстракциялаш жараёни тажриба йўли билан ўрганилди. Экстракция жараёнига гидромодуль, эритмалардаги органик ёки минерал кислота, этил спирти, температура ва вақт таъсири қонуниятлари тавсия этилди.

2. Олинган бўёқ моддалар экстрактларининг кимёвий таркиби ва хоссалари ўрганилди.

3. Райҳон ва ундан олинган бўёқ моддалар экстрактининг миқдори, кимёвий таркиби ва хоссалари тадқиқ этилди. Экстракт ва концентратнинг солиштирма оғирлиги, қуруқ модда миқдорининг ўзгариш динамикасига эфир мойларининг буғланиши, комфора мойининг эритма юзида тўпланиб чиқишининг таъсири миқдорий ўрганилди. Қуритилган райҳон барглари экстракти концентратлари таркибининг Na, Mg, P, Fe ва Cu микроэлемент-лариға бойлиги ҳамда озиқ-овқат маҳсулотлари таркибидаги оғир металлар ва токсик элементлар миқдори, масалан қўрғошин (Pb)нинг 5,0 мг/кг, мышьяк (As)нинг 3,0 мг/кг, кадмий (Cd)нинг 1,0 мг/кг –дан, яъни чекланган даражадан ошмаган ҳисобға олганда, инсон организми учун зарарсиз эканлиги аниқланди.

4. Тадқиқотда амарантнинг *Amaranthus cruentus* L. ва *Amaranthaceae* - *Celosia cristata* L. навлари гулларининг қуруқ модда миқдори бошқа навлардагига нисбатан кўплиги аниқланди. *Amaranthus cruentus* L. гуллари таркибидаги табиий бўёқ моддани экстракциялаб олиш учун қўлланилаётган сув-спиртли эритма таркибидаги спирт концентрациясининг ўсиб бориши бўйича ўзгариши динамикаси ўрганилди ва 50%-ли эритма мақбул деб топилди. *Amaranthus cruentus* L. ўсимлиги 6 соат экстракциялаб, сўнгра буғлатиб олинган

концентратидаги бўёқ миқдори максимал кўрсаткичга етди ва 4,7 г/л-ни ташкил этди, углеводлар миқдорини ўртача 17,1-54,5 мг/кг-гача бўлиши кузатилди.

5. Табиий бўёқ модданинг хавфсизлиги таҳлил қилинди. Табиий бўёқ моддалар таркибига ҳам ашёда мавжуд бўлган алколоидлар, оғир металллар ва уларнинг тузлари, айрим пестицид ва гербицидлар, кимёвий корхоналарга яқин ҳудудда жойлашган ҳам ашё етиштириш майдонларида заҳарли ёки инсон соғлиғи учун хавfli моддалар ўтиши мумкинлиги таҳлил қилинди, заҳарли моддалар миқдорини назорат қилиш босқичлари ишлаб чиқилди. Органолептик кўрсаткичлари аниқланди.

6. Ўсимлик бўёқ моддалари экстракти ва концентрати ишлаб чиқариш линиясининг принципиал схемаси таклиф этилди.

7. Амарант гулбаргини қайта ишлаш линиясида ҳам ашёни қуритиш, бўёқ моддаларни экстракциялаб ажратиш, экстрактни механик аралашмалар-дан тозалаш ҳамда юмшоқ режимда қуйилтириш бўлимлари учун ускуналар-нинг турли вариантлари ва ҳисоблаш методикалари ишлаб чиқилди.

8. Ишланманинг иқтисодий самарадорлиги ҳисобланган, унга кўра, қуввати 10 т/сутка -га тенг милицехда йилига 220 млн сўм иқтисодий самара олиш мумкинлиги ҳисобланди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
DSc 03/30.12.2019.Т.04.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ХИМИКО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УСМОНЖОНОВА ХУЛКАР УМАРКУЛОВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
НАТУРАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ КРАСИТЕЛЕЙ ИЗ
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

**02.00.17 - Технология и биотехнология обработки, хранения
и переработки сельскохозяйственных и пищевых продуктов**

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

Ташкент – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высший аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером № В2018.4.PhD/T887.

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице научного совета по адресу www.tkti.uz и информационно-просветительским портале «Ziynet» www.ziynet.uz.

Научный руководитель:

Додаев Кучкор Одилович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Абдурахимов Саидакбар Абдурахмонович
доктор технических наук, профессор

Мирзарахметова Дилбар Тохтамуратовна
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Бухарский инженерно-технологический институт

Защита диссертации состоится «10» 08 2021 г. в «11⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте. (Адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А.Навои, 32. Тел.: (+99871) 244-79-20; факс: (+99871) 244-79-17; e-mail: tkti_info@edu.uz).

Диссертация зарегистрирована в информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за № 110 с которым можно ознакомиться в ИРЦ (100011, г. Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А. Навои, 32. Тел.: (+99871) 244-79-20).

Автореферат диссертации разослан «20» 07 2021 года.
(протокол рассылки № 26 от 20.07 2021 года).



С.М. Турабджанов
Председатель Научного совета по
присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

Х.И. Кадилов
Ученый секретарь Научного совета по
присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

Х.С. Нурмухамедов
Председатель Научного семинара при научном
совете по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))
Актуальность и востребованность темы диссертации. Потребность в пищевых добавках будет расти в результате развития технологий производства пищевых продуктов во всем мире. Сегодня, красители, добавленные в продукт, предназначены для улучшения цветовых характеристик, повышения привлекательности, привлечения потребителей, причем основную часть из них составляют синтетические и растительные красители. Вместе с тем добавление натуральных красителей улучшение тем самым органолептических характеристик пищевых продуктов, повышение пищевой ценности продукта, получение безопасных и натуральных красителей имеет важное значение

В мире проводятся научные исследования по получению пищевых красителей, богатых витаминами, микро- и макроэлементами и развитию тем самым других родственных отраслей. В этом плане особое внимание уделяется получению пищевых красителей из растительного сырья, улучшению качества производимой продукции, обеспечению пищевой безопасности, повышению биологической ценности и привлекательности.

В пищевой промышленности республики применяются современные технологии хранения и переработки овощей и фруктов, производство экспортно-ориентированной продукции в промышленных масштабах. В стратегии действий дальнейшего развития поставлены задачи «поднятия на новый уровень развития промышленности, глубокая переработка сырья, интенсификация процессов производства готовой продукции, освоение новых технологий и продуктов»². В связи с этим осуществляется оценка количества и эффективности использования сырья, внедрение нововведений в существующие технологии, получение продукции высокого качества, сохранение её природных свойств, эффективное использование натурального сырья, снижение себестоимости готовой продукции. Также проводятся обширные исследования по сокращению, развитию и расширению поставок натуральных красителей на предприятия пищевой промышленности.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в постановлениях и указах Президента Республики Узбекистан ПФ-5303 от 16 января 2018 г. «О мерах по дальнейшему обеспечению продовольственной безопасности страны», №ПП4239 от 14 марта 2019 года «О мероприятиях по развитию кооперации сельского хозяйства в плодоовощеводстве», № ПП4406 от 29 июля 2019 года «Глубокая переработка продукции сельского хозяйства, в том числе хранение и переработка плодов и овощей, доведение их потребительских норм до требуемого, наладка производства различных полуфабрикатов, дополнительные меры по дальнейшему развитию пищевого производства», а также задачи, намеченные выполнить в других нормативно-правовых документах.

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида” ги Фармони.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

Степень изученности проблемы. По получению пищевых красителей из вторичного сырья переработки фруктов, овощей, ягод, бахчевых культур и специй вели научные исследования Tomson, Zeykel, Harborn, Olston, Nashe, Sigelman, Wollen, Stodol, Jekson, Krukshank, Horovits, В.К. Гинс, В.М. Болотов, А.В. Зубченко, Г.О. Магомедов, С.Я. Корячкина, О.А. Лупанова, Е. Алексеенко, Е.В. Комарова, Е.В. Красникова, О.С. Содиков, З.Б. Рахимхонов, А.К. Каримжонов, А.И. Исмоилов, С.К. Атхамова, С.М. Мавлонов, Ш. Исламбеков и др.

Ими усовершенствована технология получения пищевых красителей из фруктов, овощей, ягод и растительного сырья, оценены влияние природных красителей на органолептические, физико-химические, микробиологические свойства, изучена пищевая ценность и качество.

При этом, совершенствуя и внедряя технологию производства натуральных красителей, полностью сохраняют биологическую и пищевую ценность сырья, обеспечивают легкую термообработку, повышают их эффективность и безопасность при изготовлении продукции, расширяют производство полуфабрикатов и готовой продукции для пищевой промышленности. Также требуется облегчить процесс приготовления продукции, повысить производительность оборудования и добиться эффективного использования рабочей силы, энергозатрат, норм времени.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационное исследование выполнено в рамках плана темы прикладного проекта № ОТ-А12-20 «Совершенствование технологии получения биологически активных добавок из отходов переработки растительного сырья», входящего в планы научно-исследовательских работ Ташкентского химико-технологического института (2017-2018 гг).

Целью исследования являются исследование и усовершенствование технологии получения натуральных пищевых красителей из растительного сырья.

Задачи исследования:

изучение состава и формирование характеристик красящих веществ растительного сырья и вторичных ресурсов Республик Узбекистан;

экспериментальное исследование процесса экстрагирования сырья – базилика и амаранта содержащего красящие вещества;

исследование химического состава и свойств полученных экстрактов пищевых красителей;

установление критериев безопасности полученных натуральных красящих веществ из растительного сырья и соответствие ПДК;

разработка принципиальной схемы извлечения красящих веществ из

растительного сырья;

разработка технологии получения пищевых красителей на предприятии, использование в производстве пищевых продуктов и на предприятиях общественного питания, расчёт экономической эффективности разработки.

Объектами исследования: являются фрукты и ягоды, выращенные в местных условиях, вторичное сырьё пищевого производства, растения, содержащие красящие вещества, изготовленный экстракт и концентрат красящих веществ.

Предметом исследования: являются растения, содержащие красящие вещества, местные фрукты и ягоды, процесс экстракции вторичного сырья, выделяемого при их переработке; свойства экстрактов, безопасность, возможности формирования производства.

Методы исследования. В ходе исследований оценка органолептических показателей осуществлена модифицированным методом Е.Д.Тильгнера, определение общего количества углеводов методом Дюбуа, белков – методом Лоури, витамина С – йодометрическим методом, количество красящих веществ определено фотометрическим методом. Проверено соответствие требованиям СанПиН 0366-19 микробиологические показатели экстракта красящих веществ.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

при экстракции растений базилика и амаранта гидромодуль 1/7, 1% лимонной кислоты в экстрагенте, 50% этилового спирта, увеличение скорости извлечения красителя в сырьё при температуре 20 °С;

красители, полученные из базилика, содержат фруктозу 7,14, глюкозу 5,6 и сахарозу 6,82 мг/л, витамины В1 - 273,04, В2 - 265,70, В12 - 526,32 и Вs - 617,20 мг/л пищевые красители;

красители из рода *Amaranthaceae* - *Celosia cristata* L. содержат фруктозу 17,04, глюкозу 9,42 и сахарозу 7,21 мг/л, *Amaranthus cruentus* L. - фруктозу 54,65, глюкозу 34,53 и сахарозу 19,8 мг/л;

натуральный краситель, полученный из растительного сырья, соответствует критериям безопасности и имеет концентрацию ниже максимально допустимой;

разработана технология получения пищевого красителя водно-спиртовой экстракцией из листьев базилика (*Occimum basilicum* L.) и цветков сортов *Amaranthus cruentus* L. и *Amaranthaceae-Celosia cristata* L. растения Амарант.

Практические результаты исследования состоят в следующем:

предложена принципиальная схема производства экстракта и концентрата растительных красящих веществ;

классифицирован состав красящих веществ растительного и вторичного сырья республики Узбекистан, экспериментально исследованы процессы экстракции сырья из кожуры и семян гранат, базилика и амаранта;

исследованы химические составы и свойства полученных экстрактов красящих веществ;

установлено, что значения параметров, принятых за критерии

безопасности натуральных красящих веществ, полученных из растительного сырья, ниже ПДК;

выработаны рекомендации по разработке технологии производства красящих веществ на предприятии, по применению их в консервных заводах и в общественном питании, рассчитана экономическая эффективность разработки.

Достоверность результатов исследования обоснована использованием современных физико-химических методов при анализе экспериментов, основаны точности уравнений регрессии и их адекватность представлению реального процесса, внедрении в промышленность технологий получения красителей.

Научная и практическая значимость результатов исследования объясняется созданием научных основ для экстракции, очистки и концентрирования красителей из фруктов, и ягод, вторичного сырья перерабатывающей промышленности, содержащего красители.

Практическая значимость результатов исследования заключается в изучении органолептических и физико-химических свойств, микробиологического состояния и безопасности пищевых красителей, а также выработке рекомендаций по использованию готовых к употреблению красителей в общественном питании и пищевой промышленности.

Внедрение результатов исследования. По результатам совершенствования технологии получения пищевых красителей из растительного сырья:

Технология получения пищевого красителя экстракцией из растительного сырья включена в «Перечень инновационных разработок для внедрения в 2021-2025 годах» Ассоциации пищевой промышленности Республики Узбекистан (справка №11-26/03-21 ассоциации пищевой промышленности Республики Узбекистан от 11 марта 2021 г). В результате получают безопасные для употребления красители, содержащие микроэlementы;

технология получения пищевого красителя из цветков амаранта внесена в «Перечень инновационных разработок для внедрения Ассоциацией пищевой промышленности Республики Узбекистана в 2021-2025 годах» (справка №11-26/03-21 ассоциации пищевой промышленности Республики Узбекистан от 11 марта 2021 г). В результате появилась возможность получить пищевые красители, богатые биологически активными веществами и содержащие 17,1 - 54,5 мг/кг углеводов, а также допустимое нормативом количество алкалоидов, тяжелых металлов и их солей.

Апробация результатов исследования. Полученные результаты доложены, обсуждены и одобрены на 7, в том числе 4 международных и 3 республиканских научных конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме и материалам диссертации опубликовано всего 15 научных работ. Из них 4 научных статей, в том числе 2 в зарубежных и 2 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан для опубликования основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 119 страницах машинописного текста.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и необходимость исследования, описаны цель и задачи, объекты и тематика исследования, показана её соответствие приоритетам развития науки и технологий в стране. Описана научная новизна и практическая ценность исследования, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, результаты исследования внедрены в практику, приведены опубликованные работы и структура диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной «**Литературный обзор. Информация о растениях - источниках красителей**», анализируются пищевые красители, их типы и роль в пищевой промышленности, значение, функции, органолептические свойства, питательная ценность, а также свойства сырья и технологических факторов, которые на них влияют. Изучен состав сырья, используемого при производстве пищевых красителей.

Показана целесообразность организовать разработку технологии извлечения красителей на централизованно организованном предприятии, где необходимо накапливать вторичное сырьё для переработки, определить область их использования на основе физико-химических свойств. На основании изученных выше сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации, озаглавленной «**Методы исследования, реактивы и приборы. Химический состав красок, исследование физико-химических свойств, методы определения качества**», анализируются материалы, использованные в ходе экспериментов, и стандартные требования к ним, объекты исследования и методы, используемые в процессе исследования.

В третьей главе диссертации, озаглавленной «**Исследовательская часть. Получение пищевых красителей из растений в лабораторных условиях**», исследованы химический состав и свойства экстрактов и концентратов базилика, амаранта и полученных красителей. Наиболее эффективный экстрагент выбран путем сравнения, при этом экстракт и концентрат экстрагировали почти в одинаковой последовательности из всех источников растительных красителей, воспроизведенных в лабораторных условиях. Основная часть исследования касается органолептических, физико-химических и других свойств экстрактов, полученных в соотношении 1/7, и концентратов, полученных в ВВУ. Особое внимание уделено растениям базилика и амаранта - наиболее перспективным видам сырья для получения натуральных красителей.

Растворы концентрированы в роторном испарителе. Количество сухого вещества в каждом полученном экстракте и концентрате определяли методом, указанным в ГОСТ ISO 2173-2013, значения кислотности, плотности полученные результаты приведены в таблицах 1-3.

Анализируются закономерности: с увеличением содержания спирта в экстрагенте (10-70%) удельный вес уменьшается (1,003-0,935), удельный вес концентрата, полученного из экстракта базилика, увеличивается (1,056-1091), содержание сухого вещества увеличивается (5.4-21.2). Концентрация продукта, полученного в роторном вакуум-испарителе, экспоненциально возростала в пределах 11,4-21,6.

Из-за испарения эфирных масел, которые представляют собой сухие вещества в экстракте базилика, и скопления камфорного масла на поверхности раствора происходит резкое снижение концентрации.

Таблица 1

Показатели экстракта и концентрата, полученного из листьев базилика

Спиртовый раствор, (%)	Удельный вес, (кг/м ³)		Количество сухих веществ, (%)		Кислотность раствора, рН	
	экстракт	концентрат	экстракт	концентрат	экстракт	конц-т
10	1,003	1,056	5,4	11,4	4,0	3,5
20	0,985	1,063	6,2	18,5	4,0	3,3
30	0,975	1,071	9,2	21,0	4,0	3,2
40	0,960	1,075	14,6	21,2	4,0	4,5
50	0,951	1,078	17,0	21,6	4,0	4,5
60	0,945	1,085	21,0	15,8	4,2	4,5
70	0,935	1,091	21,2	16,0	4,2	4,4

Определены количество красителей в растворе и концентрате. В ФЭК длины волн 440, 490, 540 и 590 нм, есть плотность поглощения света природными красителями в концентрате - изменения количества красителей в растворе и концентрате, результаты приведены на рисунках 1 и 2.

Получено уравнение регрессии с использованием экспериментальных данных по изменению концентрации спирта в водно-спиртовом растворе, применённого для экстракции природного красителя из листьев базилика, графики которых приведены на рис.1.

$$Y=1.7e-0.6x^5-0.37x^4+0.03x-1.2 x^2-22 x-1.6e+2 \quad (1)$$

При достижении содержания спирта в экстракционном растворе 50%, содержание красителя достигло максимального значения и составляло 7%. Стало возможным рассчитать количество полученного красителя с помощью уравнения регрессии (2). На рисунке 2 максимальное количество красителя в экстракте соответствует длине волны 540 нм и составляет 1,47 г/л, график построен на основе измеренных значений ФЭК-ом содержания красителя в экстракте в диапазоне 440-600 нм.

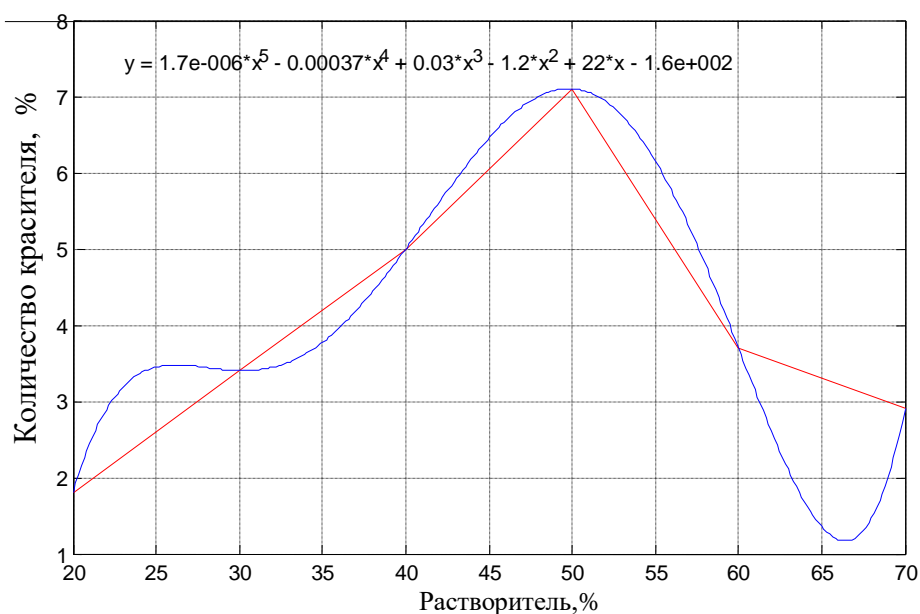


Рис.1. Количество красителей в составе концентрата.

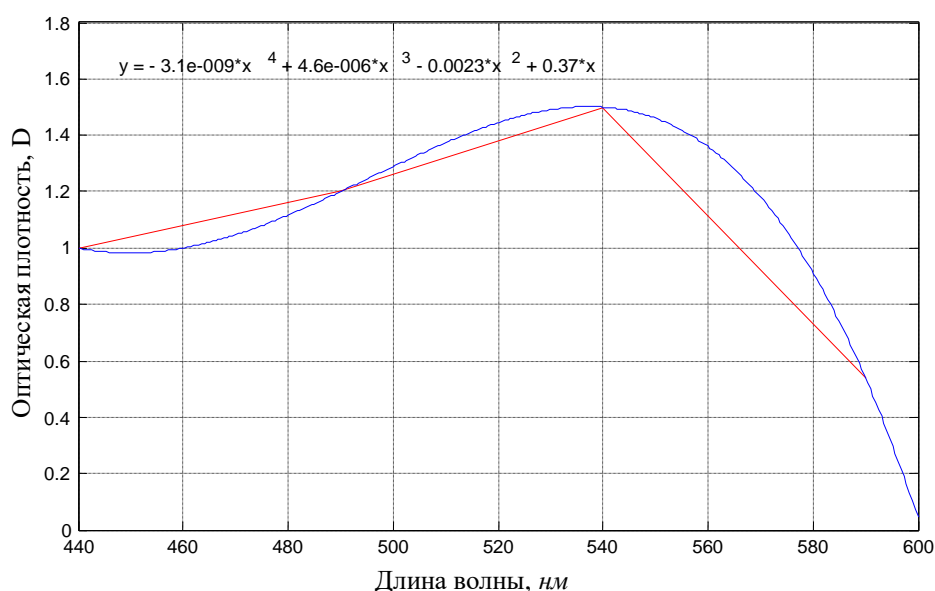


Рис.2. Плотность поглощения света экстрактами, полученными в 50% спиртовом растворе, при длинах волн 440, 490, 540 и 590 нм.

$$Y = -3,1e-09x^4 + 4,6 \cdot 10^{-6}x^3 - 0,023x^2 + 0,37x \quad (2)$$

Результаты показали, что количество антоцианов составляло 1,47 г/л при длине волны 540 нм. Также определяли количество сахара и витаминов в концентрате красителя, полученном из листьев базилика. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Кислотность полученных экстрактов, количество сухого вещества, удельный вес, количество красителя в экстракте, количество углеводов и витаминов в концентрате определены общими методами.

Таблица 2

Количество углеводов и витаминов в концентрате, полученном из листьев базилика

Кон- центрат	Углеводы, мг/л			Витамины, мг/л				
	Фруктоза	Глюкоза	Сахароза	В ₁	В ₂	В ₆	В ₁₂	В _с
20%	5.94	-	-	27.52	341.67	-	-	-
30%	8.46	6.94	2.73	22.20	376.36	-	-	-
40%	9.12	4.76	4.59	274.40	375.40	-	524.17	651.40
50%	7.14	5.6	6.82	265.70	265.70	-	526.32	617.20

Максимальное значение содержание фруктозы в экстракте красителя, полученном в 20% растворе, в мг/л, составляет в 40% экстракте - 9,12%, а в красителе, полученном в 50% растворе, убывает до 7,14%. Изменения уровня глюкозы имеют аналогичную динамику. Количество сахарозы увеличивалось по мере увеличения доли спирта в растворе. Это означает, что количество моносахаридов относительно велико при низких концентрациях раствора. Полимерная цепь, состоящая из сахаров, осаждается в спиртах с высокими концентрациями, т.е. осаждение зависит от молекулярной массы полисахаридов. Количество витаминов в концентрате также выше в 40% и 50%-ных спиртовых растворах, это доказывает, что витамины лучше растворяются в воде, чем в органических растворителях.

Оптические плотности водно-спиртовых экстрактов листьев базилика, полученных при температурах 20°C, 30°C, 40°C и 50°C, исследованы в различных промежутках времени. Обнаружено, что 50%-ный спиртовой раствор с добавлением 1% лимонной кислоты является оптимальным экстрагентом.

Влияние температуры на оптическую плотность экстракта листьев базилика. Результаты исследования влияния температуры на оптическую плотность экстракта листьев базилика, полученного в водно-спиртовом растворе, представлены на рисунке 3.

$$Y^1 = 1e009x^4 + 6,7e-007x^3 - 0,015x^2 + 0,017x + 0,034 \quad (3)$$

$$Y^2 = 6,6e-012x^5 - 6e-009x^4 + 2e-006x^3 - 0,03x^2 + 0,021x + 0,023 \quad (4)$$

$$Y^3 = 8,2e-012x^5 - 7,1e-0,09x^4 + 23e-006x^3 - 0,032x^2 + 0,021x + 0,29 \quad (5)$$

$$Y^4 = 8,9e-012x^5 - 7,5e-009x^4 + 2,3e-006x^3 - 0,032x^2 + 0,021x + 0,032 \quad (6)$$

Оптические плотности водно-спиртовых экстрактов листьев базилика, полученных при температурах 20°C, 30°C, 40°C и 50°C, исследованы в различных промежутках времени.

Содержание микроэлементов Na, Mg, P, Fe и Cu, тяжелых металлов и токсичных элементов в концентрате экстракта, полученного из сушённых листьев базилика, таких как свинец (Pb) 5,0 мг/кг, мышьяк (As) 3,0 мг/кг, кадмий (Cd) не превышает 1,0 мг/кг, то есть лежит в рамках ограниченного уровня, заключаем, что краситель безвреден для человеческого организма, результаты приведены в таблице 3.

На следующем этапе изучены химический состав и свойства амаранта и экстрактов его красителей.

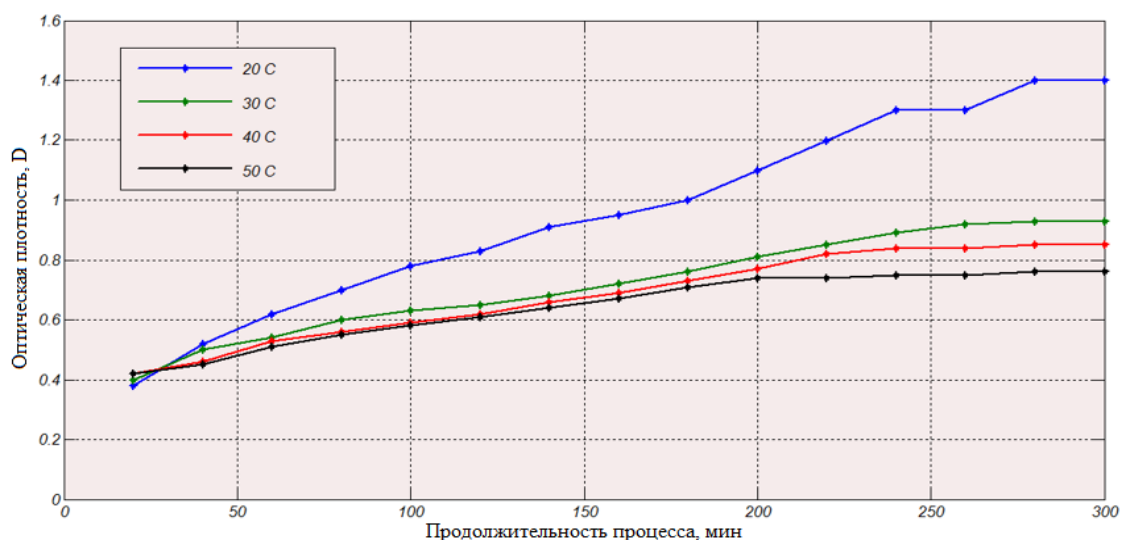


Рис.3. Результаты влияния температуры на эффективность процесса экстракции.

Раствор концентрирован в роторном вакуум-испарителе и определены его физико-химические параметры. Данные о количестве красителей в концентрированном растворе приведены в таблице 4.

Таблица 3

Микро- и макроэлементы, содержащиеся в концентрате базилика

Микро- и макроэлементы					
Элементы	В экстракте	В концентрате	Элементы	В экстракте	В концентрате
	мг/кг			мг/кг	
Бор (В)	4,09	5,39	Хром (Cr)	1,314	2,069
Натрий (Na)	20344,4	23913,56	Цинк (Zn)	4,70	2,33
Магний (Mg)	170,9	365,0	Мышьяк (As)	2,61	2,81
Фосфор (P)	15770,23	30457,29	Селен (Se)	0,88	0,93
Кальций Ca)	32685,01	55215,6	Рубидий (Rb)	63,75	77,67
Марганец (Mn)	-	-	Стронций (Sr)	296,09	664,4
Железо (Fe)	179,79	306,2	Ртуть (Hg)	0,0	0,0
Литий (Li)	21,190	27,668	Кадмий (Cd)	0,20	0,60
Алюминий (Al)	28,290	76,114	Свинец (Pb)	1,77	3,26
Титан (Ti)	15,57	22,66	Никель (Ni)	0,28	0,11
Кобальт (Co)	0,54	0,55	Молибден (Mo)	0,741	0,497
Медь (Cu)	29,70	52,75	Сурьма (Sb)	0,0	0,0

Таблица 4

Физико-химические показатели концентрата раствора

№	Виды амаранты	Удельный вес, кг/м ³	Количество сухих веществ, %	Показатель pH	Количество красящих веществ при 540 нм с, г/л
1.	<i>Amaranthus hypochondriacus L.</i>	0,997	9,2	4,3	3,9
2.	<i>Amaranthus tricolor L.</i>	1,000	9,4	4,4	4,3
3.	<i>Amaranthus cruentus L.</i>	0,997	9,5	4,5	4,7
4.	<i>Amaranthaceae-Celosia cristata L.</i>	1,000	10,0	4,4	4,9

Согласно результатам, количество красителя в концентрате выше у сортов *Amaranthus cruentus L.* и *Amaranthaceae-Celosia cristata L.*, чем у

других, и цветы этих сортов отобраны для дальнейших этапов изучения процесса извлечения красящих веществ.

При 50%-ной концентрации спирта в экстрагенте количество извлечённого из сорта *Amaranthus cruentus L.* красителя в экстракте достиг максимального показателя и составил 4,7 г/л.

$$y = -4.2e-08 \cdot x^5 + 7.7e-06 \cdot x^4 - 0.00049 \cdot x^3 + 0.011 \cdot x^2 + 0.072 \cdot x - 0.024 \quad (7)$$

Результаты исследования количества красителей в концентрате показаны на рисунке 4. Уравнение регрессии, полученное с использованием экспериментальных данных показывает, что изменение концентрации спирта в спиртовом растворе, используемом для экстракции натурального красителя в цветках растения *Amaranthaceae-Celosia L.*, выглядит следующим образом:

$$y = -1,7e-07 \cdot x^4 + 3,4e-05 \cdot x^3 - 0,0036 \cdot x^2 + 0,21 \cdot x - 0,039 \quad (8)$$

Максимальное количество красящих веществ в экстракте растения *Amaranthaceae-Celosia L.* при достижении количества спирта в составе экстрагента 50%, при длине волн 540 нм составляет 4,9 г/л.

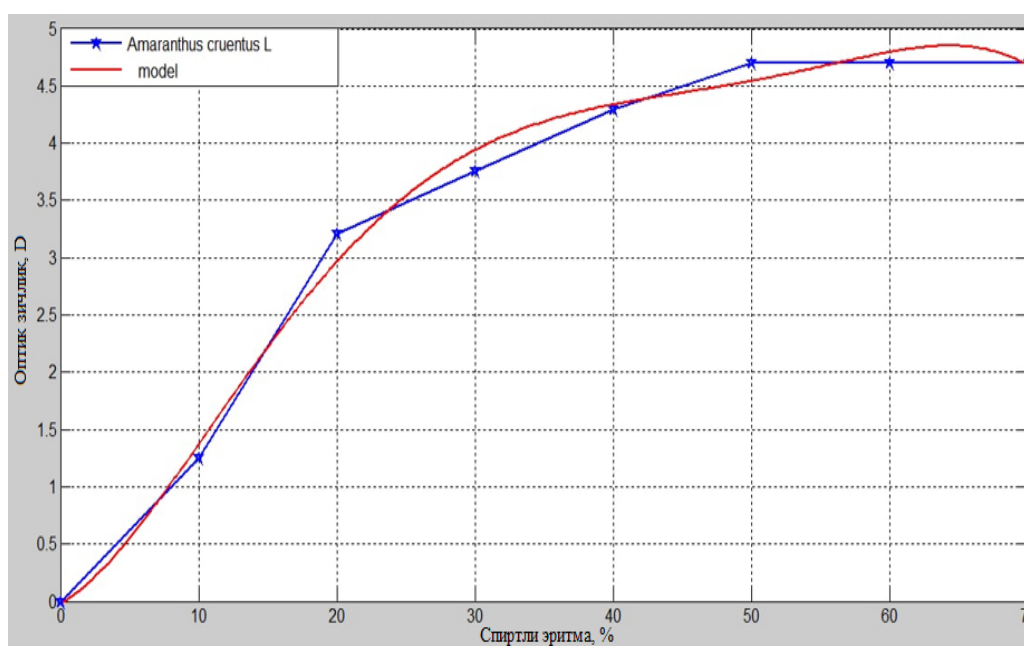


Рис.4. Красящие вещества в составе концентрата *Amaranthus cruentus L.*

Изучено влияние продолжительности процесса на экстрагируемость красителя амаранта, 50% водно-спиртовой раствор экстрагировал максимальное количество красителя в концентрате в период от 20 мин до 18 часов, результаты приведены на рисунке 5.

Из рис.6 видно, что количество красителя в концентрате растительного экстракта *Amaranthus cruentus L.* достигло максимума через 6 часов и составило 4,7 г/л. Уравнение регрессии, полученное с использованием изменения времени экстракции, имеет следующий вид.

$$y = -1.7e-12 \cdot x^5 + 9.9e-10 \cdot x^4 + 1.2e-07 \cdot x^3 - 0.0002 \cdot x^2 + 0.053 \cdot x + 0.017 \quad (9)$$

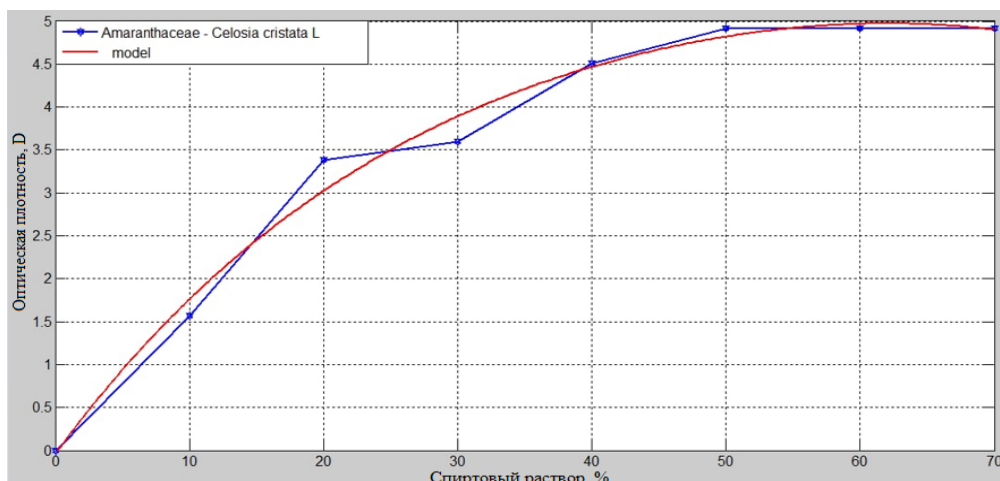


Рис.5. Количество красящих веществ в составе концентрата растения *Amaranthaceae-Celosia cristata L.*

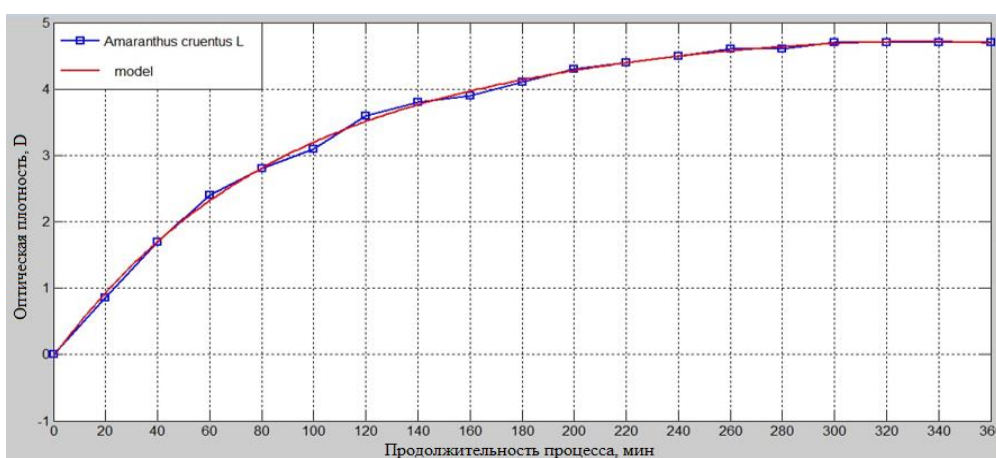


Рис.6. Изменение оптической плотности водно-спиртового экстракта цветков растения *Amaranthus cruentus L.* по времени

Количество красителя в концентрате экстракта растений *Amaranthaceae-Celosia cristata L.* достигло максимума через 6 часов - 4,9 г/л (рис.7).

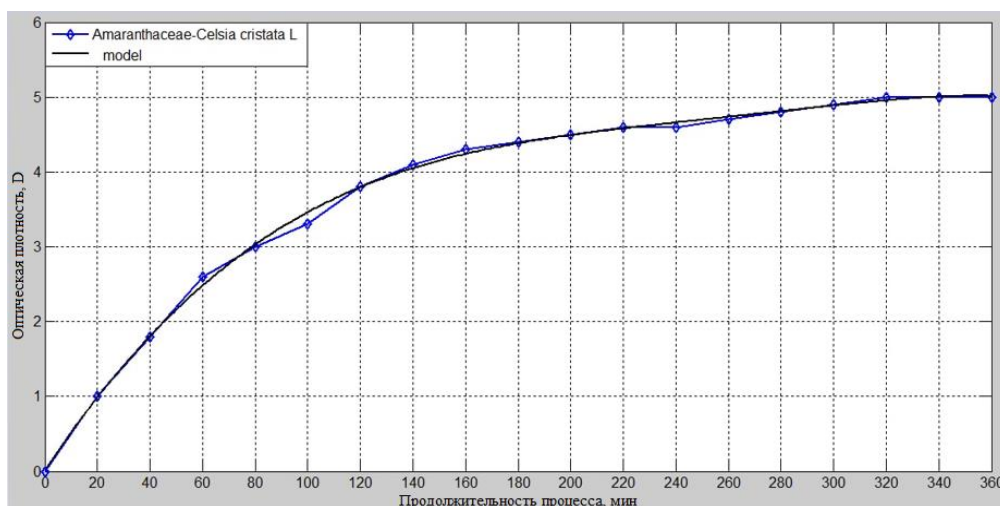


Рис.7. Изменение оптической плотности водно-спиртового экстракта цветков растения *Amaranthaceae-Celosia cristata L.* по времени.

Изучено увеличение количества красителя сортов амаранта *Amaranthus cruentus L.* и *Amaranthaceae-Celosia cristata L.* при различных концентрациях водно-спиртового раствора, результаты приведены в таблице 5.

Таблица 5

Изменение количества красящих веществ в экстрактах *Amaranthus cruentus* L. и *Amaranthaceae-Celosia cristata* L.

Спиртовый раствор, %	Количество красящих веществ по оптической плотности, г/л			
	<i>Amaranthus cruentus</i> L.		<i>Amaranthaceae - Celosia cristata</i> L.	
	г/л	%	г/л	%
10	1,25	3,75	1,57	4,71
20	3,21	9,63	3,38	10,14
30	3,76	11,28	3,60	10,80
40	4,30	12,90	4,51	13,5
50	4,7	14,1	4,91	14,7
60	4,7	14,1	4,91	14,7
70	4,7	14,1	4,91	14,7

С увеличением концентрации водно-спиртового раствора наблюдалось увеличение количества антоцианов в сырье, при увеличении концентрации раствора с 10 до 50% количество антоцианов увеличивалось с 1,25 г/л до 4,7 г/л. Видно, что 50%-ный водно-спиртовой раствор дал приемлемый результат для экстракта *Amaranthus cruentus* L. Дальнейшее увеличение количества спирта в растворе положительного результата не дает.

Аналогичный результат наблюдался при увеличении концентрации спиртового раствора также у вида *Amaranthaceae-Celosia cristata* L. В ходе процесса показано, что 10%-ный раствор содержал 1,57, а 50%-ный 4,91 г/л красителя. Оптимальная концентрация водно-спиртового раствора с добавкой 1% -ной лимонной кислоты для этого растения составила 50%.

Определено количество углеводов, макро- и микроэлементов *Amaranthus cruentus* L. и *Amaranthaceae-Celosia cristata* L., изучены их токсические свойства (таблица 6).

Таблица 6

Анализ количества микро- и макроэлементов в составе концентрата амаранты

Микро- и макроэлементы					
Элементы	Amaranthus cruentus L.	Amaranthaceae-Celosia cristata L.	Элементы	Amaranthus cruentus L.	Amaranthaceae-Celosia cristata L.
	мг/кг			мг/кг	
Бор (В)	-	1,598	Хром (Cr)	0,180	0,586
Натрий (Na)	0,751	13,526	Цинк (Zn)	-	0,138
Магний (Mg)	102,321	453,719	Мышьяк (As)	0,018	0,025
Фосфор (P)	20,842	406,283	Селен (Se)	0,015	0,058
Кальций (Ca)	-	-	Рубидий (Rb)	0,484	0,869
Марганец (Mn)	0,383	3,621	Стронций (Sr)	0,163	0,317
Железо (Fe)	2,236	3,056	Кадмий (Cd)	-	0,005
Литий (Li)	0,059	0,096	Свинец (Pb)	0,016	0,018
Алюминий (Al)	-	-	Никель (Ni)	0,051	0,022
Титан (Ti)	0,002	-	Молибден (Mo)	-	-
Кобальт (Co)	0,029	0,262	Сера (S)	139,650	189,444
Медь (Cu)	2,399	1,362			

Установлено, что кислотность концентратов, полученных из этих сортов, колеблется в диапазоне pH ~ 4,3-4,33. Среднее содержание углеводов

в концентрате красителей, полученных из растения амаранта, составило 17,1-54,5 г/л. Концентраты экстрактов *Amaranthus cruentus* L. и *Amaranthaceae-Celosia cristata* L. богаты микроэлементами Na, Mg, P, Fe и Cu, а также имеются тяжелыми металлы и токсичные элементы, такие как свинец (Pb) 0,0018 мг/кг, мышьяк (As) не более 2,8 мг/кг, кадмий (Cd) не более 0,005 мг/кг, но их уровень не превышает ПДК, т.е. является безопасным для организма человека.

Изучены факторы, влияющие на безопасность натурального красителя. Природные красители могут включать алкалоиды, тяжелые металлы и их соли, присутствующие в сырье, иногда пестициды и гербициды, химически токсичные или опасные для здоровья человека в зонах выращивания сырья, расположенных вблизи химических заводов. Эти источники риска контролируются при получении экологически чистых и безопасных красителей.

Методы определения количества алкалоидов основаны на окислении, осаждении, нейтрализации в качестве оснований и образовании соединений разного цвета, которые осуществляются в три стадии:

1. Отделение алкалоидов от продукта с помощью растворителей.
2. Очистка алкалоидов от различных соединений.
3. Определение количества чистых алкалоидов разными способами.

Изучен порядок контроля количества тяжелых и токсичных веществ в красителях базилика и амаранты.

По уровню безопасности тяжелые металлы делятся на 3 класса:

- I. Класс (высокий риск) - ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, селен, цинк.
- II. Класс (средняя опасность) - бор, кобальт, никель, молибден, свинец, хром.
- III. Класс (менее опасный) - барий, ванадий, марганец, вольфрам, стронций.

Количество тяжелых металлов в полученном экстракте и концентрате определяли на разрезе этих классов и сравнивали с ПДК. В экстракте исследованного сорта базилика количество мышьяка оказалась 2,61 а в концентрате - 2,81 мг/кг, ПДК - 3,0 мг/кг. В экстракте амаранты также содержание мышьяка ниже ПДК.

В лабораторных условиях исследованы токсикологические свойства концентрата красящих веществ, извлечённых из цветков растения амарант. Результаты показали, что количество токсичных элементов в обеих *Amaranthus cruentus* L. и *Amaranthaceae-Celosia cristata* L. Видах не превышают ПДК, продукт безвреден.

Таблица 7

Результаты анализа токсичных свойств красящих веществ, извлечённых из цветков амаранта

Amaranthus cruentus L.		Amaranthaceae-Celosia cristata L.	
Доза, мг/кг	Количество погибших животных / всего	Доза, мг/кг	Количество погибших животных / всего
5000	0/6	5000	0/6
10000	0/6	10000	0/6
15000	0/6	15000	0/6
ЛД ₅₀ >15000 мг/кг		ЛД ₅₀ >15000 мг/кг	

Изучены органолептические характеристики концентрата красителей сортов базилика *Ocimum basilicum* L. и амаранта *Amaranthus cruentus* L. и

Amaranthaceae-Celosia cristata L. Цвет полученных красителей оказался прозрачно-красным, без посторонних запахов и привкусов.

Таблица-8

Органолептические характеристики концентрата красящих веществ, полученных из растений базилика и амаранта.

Название растения	Цвет	Консистенция	Запах	Вкус
Базилик (<i>Occimum basilicum L.</i>)	Красный, прозрачный	Текучий	Слегка сохранён приятный запах растения базилик	Без посторонних привкусов, характерный вкус базилика слегка сохранен
Растение амарант (<i>Amaranthus cruentus L.</i>)	Прозрачный тёмно-красный	Текучий	Без посторонних запахов	Частично сохранен своеобразный вкус амаранта
Растение амарант (<i>Amaranthaceae-Celosia cristata L.</i>)	Прозрачный тёмно-красный	Текучий	Без посторонних запахов	Частично сохранен своеобразный вкус амаранта

На рисунке 8 представлена принципиальная схема экстрагирования красителей из растительного сырья и вторичных материалов.

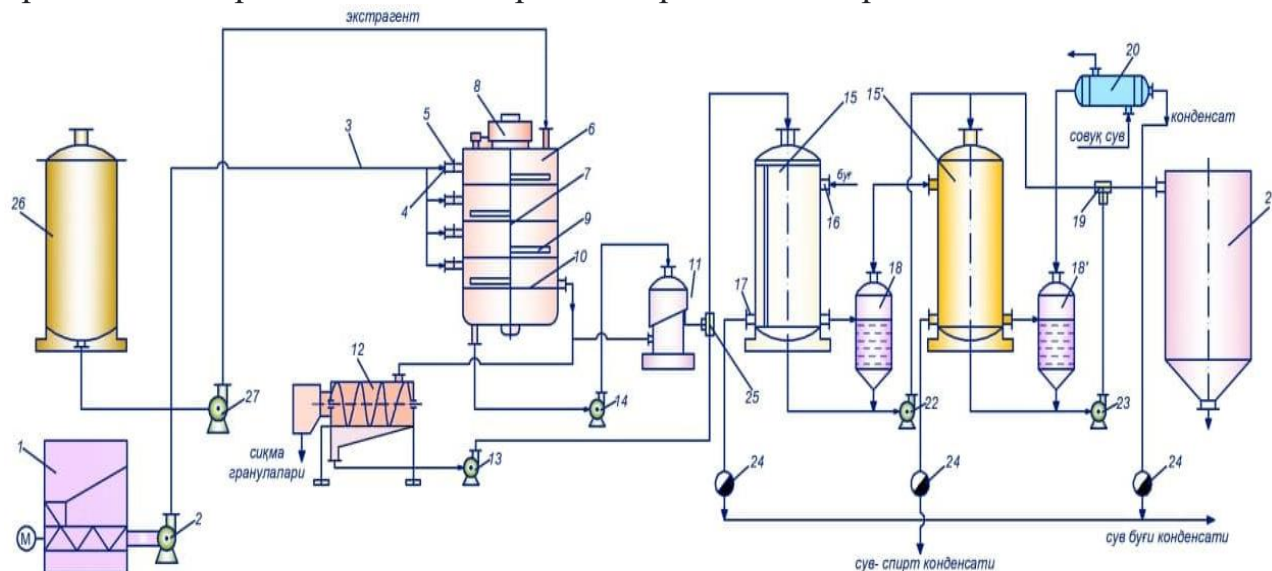


Рис.8. Принципиальная технологическая линия экстрагирования красящих веществ из растительного сырья.

1. Бункер равномерной подачи сырья. 2. Насос пневмотранспортёра. 3. Пневмотранспорт. 4. Вход на верхнем ярусе. 5. Шибер 6. Экстрактор 7. Вал. 8. Привод. 9. Кулачок смесителя. 10. Разделительная сетка. 11. Центрифуга. 12. Пресс-гранулятор. 13, 14, 22, 23. Насосы. 15, 15¹. Корпус выпарного аппарата. 16. Штуцер входа греющего пара. 17. Штуцер выхода конденсата. 18, 18¹. Сепаратор выпарного аппарата. 19. Рефрактометр. 20. Конденсатор. 21. Танк для сбора конденсата. 24. Конденсатотводчики. 25. Тройник. 26. Танк для хранения экстрагента.

Учитывая классификацию природных красителей на флавоноиды, беталаины, хиноны, халконы и оксикетоны, каротиноиды, рибофлавины,

индигоиды, порфирины, учитывая их образование в цветке, плоде, листе, теле, коре, корне можно образовать единую линию переработки с незначительными различиями для того или иного сырья.

Устройство экстракции имеет конструкции: карусельный, с заполненными материалом кассетами, гидроциклоны с параллельным и встречным движением материала и экстрагента. Поскольку экстракт получают непосредственно из сырья, в его состав переходят также твердые частицы. Компоненты субстрата состоят из растворимых и нерастворимых фракций, нерастворимые компоненты разделяются под действием силы тяжести в отстойниках и фильтрах, в поле центробежных сил. Для этого экстракт в емкостях подвергают седиментации, центрифугированию или разделению с помощью сепаратора. При необходимости ткань очищается на фильтре, более чистую фракцию получают с помощью бумажных, самую чистую с помощью ультрафильтров.

По химическому составу экстракт концентрируется в вакуум-испарителе (ВВУ) после того, как степень чистоты соответствует параметрам технологического регламента. Усовершенствована технология за счет использования вакуумного выпаривания экстракта в 3х или 4х корпусных комплексах, каждое растение или вторичное сырье имеет свой экстрагент, поэтому применяется более 2 резервуаров для хранения экстрагента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Состав красителей в растительном сырье и вторичных продуктах в Республике Узбекистан классифицирован, экспериментально изучен процесс добычи такого сырья, как штокроза, гибискус, кожура и семена граната, сумах, свекла, базилик, амаранта. Изучены закономерности влияния гидромодуля, органической или минеральной кислоты, спирта, температуры и времени нахождения в растворе на процесс экстракции.

2. Исследован химический состав и свойства экстракта красящих веществ.

3. Изучены количество, химический состав и свойства экстракта базилика и его красителей. Количественное исследование удельного веса экстракта и концентрата, влияния испарения эфирных масел на динамику изменения количества сухого вещества, накопление камфорного масла на поверхности раствора. Состав концентрата экстракта сушеных листьев базилика богат микроэлементами Na, Mg, P, Fe и Cu, содержание тяжелых металлов и токсичных элементов в красителе, таких как свинец (Pb 0,5 мг/кг), мышьяк (As 0,3 мг/кг) кадмий (Cd 0,5 мг/кг) – не превышает ПДК, т.е. установлен ограниченный уровень, что свидетельствует о безвредности для человеческого организма.

4. Исследование показало, что цветки разновидностей амаранта

Amaranthus cruentus L. и *Amaranthaceae - Celosia cristata L.* имеют более высокое содержание сухого вещества, чем другие разновидности. Изучена динамика изменения концентрации спирта в водно-спиртовом растворе, использованном для экстракции натурального красителя в цветках *Amaranthus cruentus L.*, 50%-ный раствор признан оптимальным. Количество красителя в концентрате, полученного 6-часовым экстрагированием и выпариванием амаранта сорта *Amaranthus cruentus L.* достигло максимума и составило 4,7 г/л при среднем содержании углеводов 17,1–54,5 мг/кг.

5. Проанализирована безопасность натуральных красителей. Разработаны этапы определения содержания алкалоидов, тяжелых металлов и их солей, некоторых пестицидов и гербицидов, возможных токсичных или опасных веществ на местах при наличии в непосредственной близости выращивания сырья химических заводов и контроля токсичных веществ.

6. Предложена принципиальная схема производства экстрактов и концентратов растительных красителей.

7. На линии переработки лепестков амаранта разработаны различные варианты и методики расчета оборудования для сушки сырья, экстракции и отделения красителей, очистки экстракта от механических примесей и вакуумного выпаривания в мягких режимах.

8. Расчётная экономическая эффективность разработки, для миницефа мощностью 10 т/сутки составит 220 млн. сумов в год.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc 03/30.12.2019.T.04.01 AT
TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

USMONJONOVA HULKAR

**IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY FOR EXTRACTING NATURAL
FOOD COLORS FROM VEGETABLE RAW MATERIALS**

**02.00.17 - Technology and biotechnology of handling,
storage and processing agricultural and foodstuff**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent - 2021

The title of the dissertation doctor of philosophy (PhD) on the technical sciences has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic Uzbekistan with registration numbers of B2018.4.PhD/887.

The dissertation has been carried out at Tashkent chemical-technological institute.

The dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available online kimyo.uz and on the website of the Scientific Council of the «Ziyonet» Information educational portal www.ziyonet.uz

Scientific supervisor:

Dodaev Kuchkor Odilovich

Doctor of Technical Sciences, professor

The official opponents:

Abdurahimov Saidakbar Abduraxmonovich

Doctor of Technical Sciences, professor

Mirzaraxmetova Dilbar Toxtamurotovna

Doctor of Technical Sciences, professor

The leading organization:

Bukhara engineering and technological institute

The defense of the dissertation will take place «10» 08 2021 at 11⁰⁰ hours at the meeting of Scientific Council DSc.03/30.12.2019. T.04.01 at Tashkent chemical-technological institute. (Address:100011, Tashkent, Shayhontohur region, A.Navoi Street 32, Tel.: (99871) 244-79-20, Fax: (99871) 244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz). Conference hall of the Tashkent chemical-technological institute.

The dissertation has been registered at Informational Resource Centre of the Tashkent chemical-technological institute under № 110 (Address:100011, Tashkent, Shayhontohur region, A.Navoi Street 32. Tel.: (99871) 244-79-20).

The abstract of the dissertation has been distributed on «20» 07 2021.
Protocol at the register № 26 dated «20» 07 2021.



[Handwritten signature]

S.M.Turobjonov

Chairman of the Scientific Council
for awarding scientific degree,
Doctor of Technical Sciences, Professor

[Handwritten signature]

X.I.Khadirov

Scientific Secretary of the Scientific Council
on awarding scientific degree,
Doctor of Technical Sciences, Professor

[Handwritten signature]

H.C.Nurmuhamedov

Chairman of the Scientific Seminar under Scientific
Council for awarding the scientific degree,
Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to research and improve the technology for obtaining natural food colors from plant raw materials.

The object of the research work are fruits and berries grown in local conditions, secondary raw materials of food production, plants containing dyes, produced extract and concentrate of dyes.

The scientific novelty of the research is as follows:

During extracting basil and amaranth plants, hydromodule 1/7, 1% of citric acid in the extragent, 50% of ethyl alcohol, yield, of color extraction in the raw material at a temperature of 20 °C;

colors which, obtained from basil contain fructose 7.14, glucose 5.6 and sucrose 6.82 mg/l, vitamins B₁ - 273.04, B₂ - 265.70, B₁₂ - 526.32 and B₉ - 617.20 mg;

colors from the genus Amaranthaceae - *Celosia cristata* L. contain fructose 17.04, glucose 9.42 and sucrose 7.21 mg/l, *Amaranthus cruentus* L. - fructose 54.65, glucose 34.53 and sucrose 19.8 mg/l

natural color which obtained from plant materials meets safety criteria and has a concentration below the maximum allowable;

It is processed technology for obtaining food colors by aqueous-alcoholic extraction from basil leaves (*Occimum basilicum* L.) and flowers of *Amaranthus cruentus* L. and Amaranthaceae-*Celosia cristata* L. varieties of Amaranth plant has been developed.

Introduction of the research results. According to the results of improving the technology for obtaining food colors from plant raw materials:

The technology for obtaining food colors by extraction from plant raw materials is included in the "List of innovative developments for implementation in 2021-2025" of the Food Industry Association of the Republic of Uzbekistan (reference No. 11-26 / 03-21 of the Food Industry Association of the Republic of Uzbekistan dated March 11, 2021). As a result, colors that are safe for consumption are obtained, containing the macro- and microelements;

the technology for obtaining food colors from amaranth flowers is included in the "List of innovative developments for implementation by the Food Industry Association of the Republic of Uzbekistan in 2021-2025" (reference No. 11-26 / 03-21 of the Food Industry Association of the Republic of Uzbekistan dated March 11, 2021). As a result, it became possible to obtain food colors rich in biologically active substances and containing 17,1 - 54,5 mg/kg of carbohydrates, as well as the amount of alkaloids, heavy metals and their salts allowed by the standard.

The structure and volume of the thesis. The dissertation structure consists of the introduction, four chapters, the conclusion, the list of the used literature and appendixes. The dissertation volume consists of 119 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLICATIONS
I бўлим (I часть; part I)

1. Усмонжонова Х.У., Атхамова С.К., Додаев К.О. Исследование способов извлечения пищевых красителей из цветков амаранта (*Amaranthus*). *Universum: Технические науки*. Москва. №1, 2019. -С.41-44 (02.00.00. №1).

2. Усмонжонова Х.У., Атхамова С.К., Додаев К.О. *Ocimum basilicum* L. *Lamiaceae* о`simligi бо`уоқ моддаларини ажратish jarayonini tadbiq etish. *Chemistry and chemical engineering*. (Кимё ва кимё технологияси) журнали. 2020 йил № 2. - Б.59-64 (02.00.00. №2).

3. Усмонжонова Х.У., Атхамова С.К., Додаев К.О. Извлечение красящих веществ из порошка базилика, исследование микро-и макроэлементного углеводного и витаминного состава экстракта. *Universum: Химия и биология*. Москва. №11 (77), 2020. - С.26-29 (02.00.00. №11).

4. Усмонжонова Х.У., Холдоров В., Додаев К.О. Research of physical and chemical properties of food dyes of non-traditional raw materials. *International Journal of Innations in Engineering Research and Technology*. ТГТУ 2020 №1. - P. 13-17 (02.00.00. №1).

II бўлим (II часть; part II)

5. Усмонжонова Х.У., Отамухамедов И.М., Атхамова С.К. Получение пищевого красителя из свекла. Ёш олимлар, магистрантлар ва бакалавриат талабаларини ХХI-илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами Тошкент, 2012. 2 том. -С. 98-99.

6. Усмонжонова Х.У., Солиева С.Р., Рахмонкулов У.Р. The dye plants of Turkistan mountain ridge. Xth International Symposium on the Chemistry of Natural Comorounds-Tashkent, 2013. November 21-23.-С. 250.

7. Усмонжонова Х.У., Атхамова С.К., Додаев К.О. Биологически активные вещества из гибискуса. Национальный Университет биоресурсов и природопользования Украины. Участник VIII Международной научно-практической конференции ученых, аспирантов и студентов. "Научные достижения в решении актуальных проблем производства и переработки сырье, стандартизации и безопасности продовольствия" 2019. -С.251-253.

8. Усмонжонова Х.У. Food colors of vegetable raw materials, their physical and chemical properties. "Инновацион техника ва технологияларнинг кишлок хўжалиги озиқ-овқат тармоғидаги муаммо ва истиқболлари" мавзусидаги халқаро илмий-техник анжумани. Тошкент. 2020. -P. 176-181.

9. Усмонжонова Х.У. "Табий озиқ-овқат бўёқлари". Ўзбекистон биохилма-хиллиги, уни сақлашда ўсимлик ва хайвонот дунёсининг роли проф. У.Рахмонкулов 80 йиллигига бағишланган республика илмий анжумани. Жиззах, 2019. -Б. 226-231.

10. Усмонжоновна Х.У., Рахмонкулов У.Р. Туркистон тизмасининг бўёқбоп ўсимликлари. Экология хабарномаси. Тошкент 2014. № 4. -Б.35-39.

11. Дадаева Г.Д., Усмонжоновна Х.У., Рахмонкулов У.Р. Зомин миллий табиат боғида захарли ўсимликлари. Экология хабарномаси. Тошкент 2013. № 8. -Б. 48-54.

12. Усмонжоновна Х.У., Додаев К.О. Табиий озиқ-овқат бўёқлари, хоссалари, ўсимлик хом ашёсидан олиш технологияси. «Кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари» мавзусидаги Халқаро олимлар иштирокидаги Республика илмий-амалий анжумани Материаллари. Тошкент. ТКТИ, 10-11 март 2021. –Б. 395-397.

13. Усмонжоновна Х.У., Додаев К.О., Ганиева О.Х. Анор пўстлоғидан олинган бўёқ моддалар экстрактларининг кимёвий таркиби ва хоссаларини тадқиқ этиш. «Кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари» мавзусидаги Халқаро олимлар иштирокидаги Республика илмий-амалий анжумани Материаллари. Тошкент. ТКТИ, 10-11 март 2021. –Б. 406-407.

14. Усмонжоновна Х.У., Додаев Қ.О., Атхамова С.К. Озиқ-овқат бўёқларининг қандолат саноатида қўлланилиши. "XXI асрда биологиянинг ривожланиш истиқболлари ва уларда инновацияларнинг аҳамияти" мавзусидаги Республика илмий анжумани. Жиззах 15.04.2021. -Б. 338-400.

15. Усмонжоновна Х.У., Додаев Қ.О., Кобилова Г. «Применение пищевых красителей в кондитерской промышленности» Kimyo, neft-gazni qayta ishlash ham oziq-ovqat sanoatlarining dolzarb muammolari. Xalqaro ilmiy-texnikaviy konferensiya tezislari to'plami. Toshkent 25-26 may 2021. -Б. 357-358.

Автореферат «_____» журнали таҳририятида
таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнлар ўзаро
мувофиқлаштирилди.

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 3. Адади 100. Буюртма № 5/21.

Гувоҳнома № 10-3719
“Тошкент кимё технология институти” босмаҳонасида чоп этилган.
Босмаҳона манзили: 100011, Тошкент ш., Навоий кўчаси, 32-уй.