

БУХОРО МУХАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc. 03/28.02.2022.Т.101.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

БУХОРО МУХАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

РУСТАМОВ ЭЛЁР САМИЕВИЧ

ЎРИК МЕВАСИ ТАРКИБИДАГИ НАМЛИК ЧИҚИШИНИ
ПОҒОНАЛИ ЖАДАЛЛАШТИРИШ АСОСИДА ҚУРИТИШ
ЖАРАЁНИНИ ТАКОМИЛАШТИРИШ

02.00.16-Кимё технологияси ва озиқ-овқат ишлаб чиқариш жараёнлари ва
аппаратлари

Диссертация химоясиз ихтиро патенти асосида техника фанлари бўйича фалсафа
доктори (PhD) илмий даражасини бериш бўйича

ТАҚДИМНОМА

Бухоро-2023

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси **Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси** хузуридаги Олий аттестация комиссиясида **B2019.2.PhD/T1066** ракам билан рўйхатга олинган.

Иш Бухоро муҳандислик-технология институтида бажарилган.

Такдимнома Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.bmti.uz) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида (www.ziyo.net.uz) жойлаштирилган.

Илмий рахбар:

Джурраев Хайрулло Файзиевич
техника фанлари доктори, профессор

Такдимнома химояси Бухоро муҳандислик-технология институти хузуридаги DSc.03/28.02.2022.T.101.01 ракамли Илмий кенгашнинг 2023 йил «11» Феврал соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 200117, Бухоро шаҳар, Қ.Муртазоев кўчаси, 15-уй. Тел.: (99865) 223-78-84; факс: (99865) 223-78-84; e-mail: bmti_info@edu.uz).

Такдимнома билан Бухоро муҳандислик-технология институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№41 раками билан рўйхатга олинган). Манзил: 200117, Бухоро шаҳар, Қ.Муртазоев кўчаси, 15-уй. Тел.: (99865) 223-78-84.



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

Р.Р. Хайитов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби
т.ф.д., кат.ил.ход.



КИРИШ (тақдимнома аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда қишлоқ хўжалик маҳсулотларини комплексли қайта ишлаш орқали импорт ўрнини босувчи, қуритилган мева ва сабзавотлар ишлаб чиқариш саноатида юқори даражада ўсиш кузатилмоқда. Мева ва сабзавотларни қуритишда энергия сарфи юқори, мураккаб конструкцияли қурилма ва аппаратлардан фойдаланиб келинмоқда. Шунга кўра, қишлоқ хўжалик хом ашёларини комплексли қайта ишлашга, паст ҳароратли иссиқлик бериш тизими асосида ишловчи, маҳсулотнинг бутун ҳажми бўйича намликнинг бир меъёردа чиқишини таъминлашга асосланган замонавий техника ва технологияларни яратиш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳонда замон талабига мос мева ва сабзавотларни қуритишга мўлжалланган, сифатли қуритилган маҳсулотлар ишлаб чиқаришнинг жараён ва қурилмаларини яратиш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Шунга кўра, қуритилаётган маҳсулотларнинг табиий, физик кимёвий хоссаларини сақлаш имконини берувчи, ўрик мевасига босқичма босқич паст ҳароратли ишлов беришга мўлжалланган замонавий қуритиш техника ва технологияларини ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида “...ишлаб чиқариш соҳаларини ривожлантириш, саноатни модернизация ва диверсификация қилиш, амалиётга кам сарфли энергия тежамкор усулларни қўллаш, озиқ-овқат маҳсулотларини хавфсизлигини таъминлаш, импорт ўрнини алмаштирувчи рақобатбардош ва экспортбоб маҳсулотларни тайёрлаш”¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифалардан келиб чиққан ҳолда, жумладан, ўрик меваси таркибидаги намликни чиқариб юборишда поғонали қуритиш усулини қўллаш, самарали босқичма – босқич ишлов бериш тизимига асосланган энергия тежамкор қуритиш қурилмаларининг янги конструкцияларини ишлаб чиқиш муҳим илмий-амалий аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сонли “2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги, 2018 йил 12 январдаги 24-сон «Илмий-инновацион ишланма ва технологияларни ишлаб чиқаришга тадбиқ этишнинг самарали механизмларини яратиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 29 июлдаги ПҚ-4406-сон “Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини чуқур қайта ишлаш ва озиқ-овқат саноатини янада ривожлантириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги, 2019 йил 14 мартдаги ПҚ-4239-сон “Мева-сабзавотчилик соҳасида қишлоқ хўжалиги кооперациясини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги 2018 йил 16 январдаги ПФ-5303-сонли “Мамлакатнинг озиқ-овқат хавфсизлигини янада ривожлантириш бўйича чора-тадбирлар тўғрисида”ги Фармон ва қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон “2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги Фармони

тегишли бошқа меъерий-хукукий хужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу тадқиқот иши муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устивор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг V. “Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф муҳит муҳофазаси” дастури бўйича бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Мева ва сабзавотларни қайта ишлаш, қуритиш жараёнидаги техника ва технологиялар ҳамда моддаалмашинув қонуниятларини тадқиқ қилиш масалаларини ечиш бўйича хорижлик олимлардан D.J.Yellot, S.Srivastava, M.R.Spotts, A.D.Singh, P.F.Waltrich, А.В.Лыков, А.С.Гинзбург, Б.М.Азаров, Б.С.Сажин, Г.И.Касьянов, Л.Я.Ауэрман, В.В.Кафаров, П.А.Ребиндер, В.А.Лашков, В.В.Красников, Р.Г.Сафин, Г.К.Филоненко, Ю.А.Михайлова, П.Д.Лебедева, С.Г.Ильясов, М.П.Волярович, Н.А.Воскресенский, И.Н.Владавец, А.Н.Вышелесский, А.Головкин, Н.А.Панфилов, А.В.Горбатов, В.С.Грюнер, В.С.Баранов, Э.А.Гуйго, А.И.Жаринов, Ю.С.Заяц, С.В.Некрутман, Ю.М.Плаксин, И.А.Роговлар ўз хиссаларини қўшишган. Шунингдек ўзбек олимларидан Н.Р.Юсупбеков, А.Артиқов, Д.Н.Мухитдинов, Х.С.Нурмухамедов, Дж.П.Мухиддинов, Ж.М.Қурбанов, Қ.О.Додаев, Р.А.Ҳайитов, Х.Ф.Жўраев ва бошқа олимлар илмий ишлар олиб боришган.

Улар томонидан қуритиш жараёнининг назарий асослари, мева ва сабзавотларни қуритишга мўлжалланган технологияларни қўллаш бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқилган.

Шу билан бирга жаҳон миқёсида мева ва сабзавотларни қуритишнинг устувор йўналишлари ҳисобланган - конвекция, ўта юқори частотали, ИҚ нур майдонида, вакуум остида қуритиш бўйича бир қатор тадқиқот ишлари амалга оширилмоқда.

Ўрик мевасига босқичма-босқич, поғонали ишлов бериш тизимига асосланган, маҳсулот қатламларидаги намликнинг юза томон силжишини жадаллаштирувчи самарали қуритиш тизимини ишлаб чиқиш бўйича тадқиқот ишлари тўлиқ ўрганилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасаларининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Бухоро муҳандислик-технология институти илмий тадқиқот ишлари режаларининг 2017-2018 йилларда мўлжалланган ОТ-А4-07- “Полиз экинларига ишлов беришда янги экспортбоп маҳсулотлар олишни ресурстежамкор технологиясини яратиш”, ИТД-6-078 - “Мева ва сабзавотларни комплекс қайта ишлашда чиқиндисиз, энергияни тежайдиган инновацион технологияларни ишлаб чиқиш” мавзусидаги амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади босқичма –босқич энергия беришга асосланган ўрик мевасини қуритишнинг янги усулини ишлаб чиқиш ҳамда қуритиш жараёни ва аппаратини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

қишлоқ-хўжалик маҳсулотларини қуритишга мўлжалланган қурилмаларнинг конструкцияси ва қуритиш жараёнининг таъсир қонуниятларини тизимли таҳлил асосида тадқиқ қилиш;

ўрик мевасига ИҚ-нурланган энергиянинг мақбул тўлқин узунлиги диапазонида, юқори босим остида ва босимни лаҳзали тушириш ҳамда конвекция таъсирида ишлов беришга асосланган поғонали қуритиш усулини тадқиқ қилиш;

қуритилаётган ўрик меваси таркибида кечадиган гидромеханик, фазалараро иссиқлик-моддаалмашинув қонуниятларини ўрганиш;

ўрик мевасининг капилляр ғовак структурасидаги суюқлик томчиларининг ҳаракати ва унинг юза томон силжишини жадалаштирувчи, поғонали ишлов беришга асосланган ресурс-энергиятежамкор қуритиш жараёни ва аппаратини такомиллаштириш;

ўрик мевасини поғонали қуритиш жараёнининг математик моделини ишлаб чиқиш;

таклиф этилаётган қуритиш усулини ишлаб чиқариш саноатида синовдан ўтказиш, унинг техник-иқтисодий кўрсаткичларини аниқлаш ва самарадорлигини баҳолаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида қишлоқ хўжалигида етиштириладиган ўрик меваси олинган.

Тадқиқотнинг предмети ўрик мевасини поғонали қуритиш тизимига асосланган қурилма ва жараённи жадалаштиришнинг технологик параметрлари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Технологик тизимнинг иерархик структураси асосида механик, гидромеханик, иссиқлик ва моддаалмашинув қонуниятларининг таҳлили, математик моделлаштириш, тажриба натижаларини кўп факторли режалаштириш, қайта ишлаш, олинган натижаларни таққослаш, жараён давомида таъсир этувчи параметрларнинг ўзгаришини визуал назорат қилиш ҳамда қуритиш техника ва технологиясининг назарий асосларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

ўрик мевасини қуритишда сиқилган атмосфера босимининг таъсир қонуниятларини аниқлаш учун тажриба-синов қурилмаси ишлаб чиқилган;

тайёр маҳсулотнинг сақланиш муддатини ошириш ва оргоналептик кўрсаткичларини яхшилаш учун ўрик мевасини 15÷20 дақиқа 0,2÷0,4 фоизли лимон кислотаси эритмасида ишлов бериш режими ишлаб чиқилган;

сиқилган атмосфера босимининг 0,2÷0,8 МПа чегараларида ўрик мевасини қуритиш жараёнининг кинетикаси аниқланган;

атмосфера босимининг мақбул диапазони (0,6÷0,8 МПа) да ишлов бериш ва босимни лаҳзали тушириш усулини қўллаш орқали 4÷5 дақиқа давомида ўрик

меваси таркибидаги намлик миқдорини $10\div 13\%$ га тушириш режими асосланган;

ўрик мевасини поғонали қуритиш жараёнининг математик модели ишлаб чиқилган;

ИҚ-нурланган энергиянинг мақбул тўлқин узунлиги диапазонида, юқори босим остида ва босимни лаҳзали тушириш ҳамда конвекция таъсирида ишлов беришга асосланган, ўрик мевасининг капилляр ғовак структурасидаги суюқлик томчиларининг ҳаракати ва унинг юза томон силжишини жадалаштирувчи ресурс-энергиятежамкор қуритиш жараёни ва аппарати такомиллаштирилган;

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

ўрик мевасининг капилляр-ғовак структурасидаги намлик миқдорини юза томон ҳаракатини жадалаштиришга асосланган, ИҚ-нур майдонида ҳамда юқори атмосфера босими остида ишловчи қуритиш қурилмаси ишлаб чиқилган;

қуритиш жараёнининг энергия самарадорлигини ошириш ҳамда маҳсулотнинг бутун ҳажми бўйича намликнинг бир меъёрга чиққишини таъминлаш мақсадида ИҚ-нур майдонида ишлов беришнинг импульсли режими ва сиқилган атмосфера босимининг таъсир чегараси $0,6\div 0,8$ МПа диапазонда бўлиши асосланган;

ўрик меваси таркибидаги $10\div 13\%$ эркин намликни $4\div 5$ дақиқа давомида чиқариб юборишга йўналтирилган, юқори босим остида ишловчи қуритиш жараёнининг мақбул тизими ишлаб чиқилган;

маҳсулот таркибидан намлик чиқишини жадалаштирувчи поғонали ишлов бериш тизимининг оптимал параметрлари асосида қуритиш жараёни ва қурилмаси такомиллаштирилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги қуритиш қурилмасини конструктив лойиҳалашда Solid Works дастуридан фойдаланилганлиги, қуритилаётган маҳсулот ҳажми бўйича иссиқлик, моддаалмашинув қонуниятларининг асосланганлиги, технологик жараёни математик моделлаштиришда замонавий дастурий таъминотлардан фойдаланилганлиги, ишлаб чиқариш саноатида ҳамда тажрибалар асосида олинган натижаларнинг назарий натижаларга мослиги, амалга оширилган тадқиқот ишининг ишлаб чиқаришга жорий қилиниши билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ўрик мевасининг структуравий тузилиши ва хоссаларининг таҳлили асосида босқичма босқич иссиқлик бериш тизимига асосланган, маҳсулот таркибидан намлик миқдорининг чиқишини жадаллаштирувчи самарали қуритиш усулини ишлаб чиқиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ўрик мевасини қуритиш учун ИҚ-нурланган энергиянинг мақбул тўлқин узунлиги диапазонида, юқори босим остида ва босимни лаҳзали тушириш ҳамда конвекция таъсирида ишлов бериш усулини танлаш, оптимал режимлардан фойдаланиш, поғонали қуритиш

курулмасининг энергетик самарадорлигини оширишга, қуритилаётган маҳсулот таркибидаги фаол моддаларни сақлаб қолишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Ўрик мевасинининг бутун хажми бўйича бир меъёрда намлик чиқишини таъминловчи қуритиш жараёни ва қурилмасини такомиллаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

юқори босим остида ишлов бериш ва лаҳзали тушириш режимида ўрик мевасини сувсизлантиришга мўлжалланган қуритиш қурилмаси «SABINA SUMAYA PLUS» МЧЖда жорий қилинган (Ўзбекистон Озиқ-овқат саноати уюшмасининг 2021 йил 8 октябрдаги 08-119/1021-сон маълумотномаси). Натижада, такомиллаштирилган қуритиш усулини қўллаш орқали 4-5 минут мобайнида маҳсулот таркибидаги намлик миқдорини 10÷13% тушириш имконини берган;

ИҚ-нурланган энергиянинг мақбул тўлқин узунлиги диапазонида, юқори босим остида ва босимни лаҳзали тушириш ҳамда конвекция таъсирида ўрик мевасини сувсизлантиришга асосланган қуритиш қурилмаси “LIVADIYA BUKHARA” МЧЖда амалиётга жорий этилган (Ўзбекистон Озиқ-овқат саноати уюшмасининг 2021 йил 8 октябрдаги 08-119/1021-сон маълумотномаси) Натижада, ўрик мевасини қуритиш тизимида энергия сарфини 1,5 марта, қуритиш жараёнининг давомийлигини 1,8 марта камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 2 та республика илмий-амалий конференцияларда маъруза қилинган ҳамда апробациядан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича 14 та илмий иш, жумладан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан тавсия этилган илмий журналларда 5 та мақола, 3 таси хорижий журналларда, 2 таси республика журналларида чоп этилган. Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг 1 та ихтиро учун патенти ва дастурий таъминот учун 3 та гувоҳнома олинган.

ТАДҚИҚОТНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлигининг «Ўрик мевасини қуритиш усули» (№IAP 06748, 2022 й.) ихтиро патенти.

Фойдаланиш соҳаси: озиқ-овқат саноати, меваларни қайта ишлаш соҳаси.

Вазифаси: Сифат кўрсаткичлари яхшиланган тайёр маҳсулот (ўрик мевасининг қуритилган ярим бўлаги (баргак, кайса) олишнинг муқобил усулини таклиф қилиш.

Ихтиро моҳияти: самарали, энергия ресурс тежамкор қуритиш усулини ишлаб чиқиш.

Маълумки, қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қуритишда бир неча усулларнинг қўлланилиши юзасидан бир қатор тадқиқотлар амалга

оширилган. Шунга кўра, ўрик мевасини инфрақизил нур ёрдамида қуритиш усули мавжуд бўлиб, бу қуйидаги жараёнлар таъсирида амалга оширилиши кўрсатиб ўтилган:

донагидан ажратилган ўрик меваси 2÷4 дақиқа давомида буғ билан, ҳамда олтингугурт кислотаси ёки натрий бисульфитнинг 0,5% эритмаси билан ишлов берилиб, 40 Вт қувватга эга СФ-4 инфрақизил лампалари билан қуритгичда қуритилади;

меваларни қуритиш тизимида "босимни ташлаш" принципи қўлланилган бўлиб, бунда маҳсулот атмосферадан юқори босим (4,2 МПа)да ва 22°C ҳароратда суюлтирилган карбонат ангидрид билан тўйинтириш, суюлтирилган газни қайнатиш ва маҳсулотни паст ҳароратгача совутиш, ҳамда босимни "бир зумда ташлаш" амалга оширилиши натижасида намликни чиқариб юбориш усули қўлланилган;

қуритишнинг яна бир усули маълум бўлиб, бунда меваларнинг маълум шаклга кесилган намуналари 100°C дан юқори ҳароратларда иссиқлик билан ишлов берилади, сўнгра 105 минут газ муҳитидаги (тахминан 1,5 МПа) юқори босимли камерада 105°C ҳароратда сақланади, шундан сўнг босим атмосфера босимидан паст 0,9 атм (0,09 МПа) босимгача 30 сония давомида туширилиши таъминланиб қуритиш жараёни амалга оширилади.

Юқорида қайд этилган қуритиш усуллари қўллаш орқали, қуритиш давомийлигини қисқартириш масаласи ўз ечимини топган бўлсада, аммо ушбу қуритиш усулларида кўп энергия сарфланганиши, минус 35°C ҳароратда қуритиш тизимини ташкил этиш учун технологик схемаларининг мураккаблиги, 100°C дан юқори ҳароратда қуритиш жараёнини амалга оширилиши эса маҳсулот таркибидаги биологик фаол моддаларнинг йўқолишига, оксил моддасининг денатурацияланишига, натижада эса маҳсулот сифатининг тушишига олиб келади.

Шунингдек, таклиф этилаётган, поғонали, босқичма-босқич циклда ўрик мевасини қуритиш жараёнини жадаллаштиришга асосланган, такомиллаштирилган қуритиш жараёни ва қурилмасининг ишлаш принципига яқин бўлган иккинчи бир қуритиш усули таҳлил қилинди. Ушбу таҳлил қилинган қуритиш усулида ҳам ИҚ ишлов бериш режими қўлланилиб, маҳсулот 50-60% концентрацияли шакар қиёмида 45-50°C ҳароратда 2,5÷3,0 соат давомида сақланади. Сўнг маҳсулот ИҚ-конвектив усулда ҳаво ҳарорати 60-65°C ва нурланиш оқими зичлиги 2,0÷2,25 кВт/м² тўлқин узунлиги 2,8 мкм бўлган шароитда қуритилади. Аммо, ушбу қуритиш усулида кўп энергия талаб этилади. Чунки маҳсулотга дастлабки ишлов бериш режимида ҳамда асосий қуритиш жараёнида ҳам ИҚ нурдан фойдаланилади.

Маълумки, қуритиш техника ва технологияларини экспериментал тадқиқ қилиш, маҳсулотларга иссиқлик ишлови бериш давомида моддаалмашинув, масса бериш қонуниятларини назарий тадқиқ қилиш ва

асослаш бўйича бир қатор илмий-тадқиқот ишлари амалга оширилмоқда. Аммо, паст ҳароратли, маҳсулот ички капилляр ғовак структурасидаги суюқлик томчиларининг ҳаракатини жадаллаштириштирувчи қуритиш усулларини тадбиқ этиш бўйича етарлича тадқиқот ишлари олиб борилмаган. Шунга кўра ихтиронинг вазифаси сифат кўрсаткичлари юқори бўлган ўрик мевасини қуритишнинг мақбул усулини қўллаш ва экспортбоб қуритилган маҳсулот ишлаб чиқаришни кенгайтириш ҳисобланади.

Юқорида келтирилган камчиликларни бартараф этиш ҳамда тадқиқот ишида белгиланган вазифаларни бажаришга қаратилган қуритиш усулининг моҳияти қуйидагича изоҳланади. Ушбу усул ўрик мевасини поғонали равишда қуритиш жараёнининг босқичларидан ташкил топган. Шунга кўра ўрик мевасини саралаш, ювиш, икки бўлакка бўлиб данагидан ажратиш, концентрацияси 0,2-0,4% бўлган лимон кислотаси муҳотида ишлов бериш, инфрақизил нур ёрдамида импульсли, юқори босим таъсирида ушлаб туриш ва босимни лаҳзали тушириш режимларида сувсизлантириш, сўнг эса конвекция усулини қўллаш орқали мувозонат намликгача қуритиш, совутиш ва тайёр маҳсулотни қадоқлаш жараёнларидан иборат (1-расм).

Ўрик мевасига ИҚ-нурланган энергиянинг мақбул тўлқин узунлиги диапазонида, юқори босим остида ва босимни лаҳзали тушириш ҳамда конвекция таъсирида ишлов беришга асосланган поғонали қуритиш жараёни ва қурилмасини такомиллаштириш бўйича экспериментал ва назарий натижалар олинди.

Ўрик мевасини қуритишнинг самарали усули бўйича олинган ихтиронинг вазифаси ва моҳиятини асослашда қуритиш тизимида қўлланилаётган қурилмаларнинг конструкцияси, қуритиш тизимида борадиган моддаалмашинув жараёнлари, патент маълумотлари ўрганилди.



1-расм. Ўрик мевасини қуритишнинг технологик тизими

Таъсир этувчи омилларнинг чегаравий қийматлари, қуритиш жараёнининг ҳар бир босқичидаги жараёнлар таҳлил қилиниб, моделлаштириш ва оптималлаштириш методологияси ишлаб чиқилди.

Ўрик мевасини қуритиш бўйича амалга оширилган экспериментал ва назарий тадқиқотларнинг тўрт босқичли тизими қуйидаги кетма кетликни ўз ичига олади (2-расм).



2-расм. Ўрик мевасини поғонали қуритиш тизимининг босқичлари

Қуритиш жараёнини экспериментал таҳлил қилиш учун тўлиқ факторли эксперимент режаси (1-жадвал) ишлаб чиқилиб, бир қатор натижалар олинди

1-жадвал

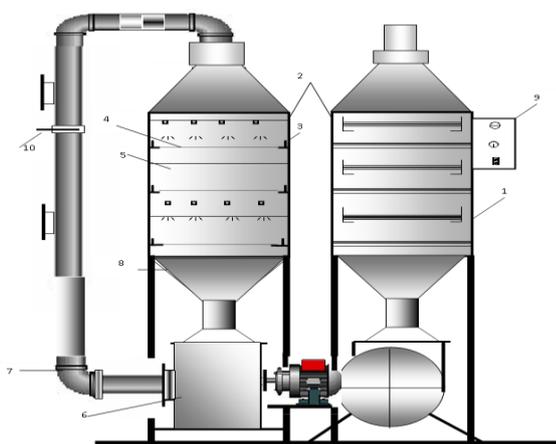
Таъсир этувчи омилларнинг (P, t_m, δ) ўлчовсиз ифодаси (x_1, x_2, x_3) бўйича эксперимент режаси

№	Кўрсаткичлар	$P, \text{МПа}$	x_1	$t_m, ^\circ\text{C}$	x_2	$\delta, \text{мм}$	x_3
1	Максимал	0,8	+1	65	+1	6	+1
2	Минимал	0,2	-1	50	-1	2	-1
3	Ўртача	0,6	0	57	0	4	0

Биринчи босқич - ўрик мевасини ювиш, тозалаш, органолептик ва эластиклик хоссасини яхшилаш учун 15-20 дақиқа давомида 0,2-0,5 фоизли лимон кислотаси эритмасида ишлов беришнинг мақбул режими ишлаб чиқилди.

Иккинчи босқич - ИҚ нурнинг 1,1 мкм тўлқин узунлиги диапазонида ўрик мевасининг капилляр ғовак структурасида ёриқлар ҳосил қилиш, моддаалмашинув жараёнини жадаллаштириш учун инфрақизил нур майдонининг импульси $\tau_2 = +45 - 20 + 25$ режимда ишлов бериш.

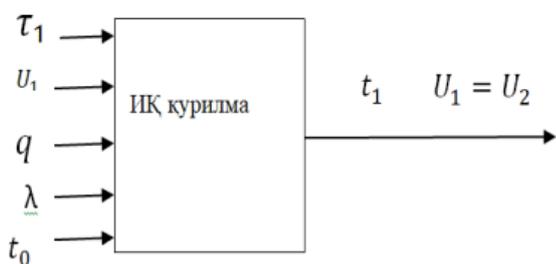
Тўртинчи босқичда эса ИҚ-нурнинг 2,8 мкм тўлқин узунлиги диапазонида конвектив қуритиш усулини амалга ошириш, маҳсулот намлигини мувозонат намлик (20-22%)гача тушириш цикли. Ушбу босқич учун тажриба қурилмаси (3-расм) ишлаб чиқилиб, таъсир этувчи параметрларнинг чегаравий қийматлари аниқланди (4, 5-расмлар).



3-расм. Тажриба қурилмаси

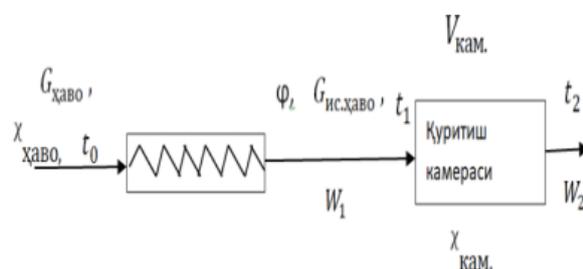
1- корпус; 2- қурилманинг олди, ён ва орқа томонининг кўриниши; 3- тагликни йўналтирувчи мослама; 4-тагликлар; 5-иситувчи элементлар; 6- вентилятор; 7- воздуховод; 8 – ҳавони тарқатувчи; 9 – тумблер; 10 –шибер.

Маҳсулотни дастлабки (иккинчи) босқичда қисман сувсизлантириш ҳамда сўнги (тўртинчи) босқичда конвектив қуриштиш жараёнини амалга оширишга мўлжалланган тажриба қурилмаси.



4-расм. ИҚ майдон таъсирида маҳсулотга импульсли режимда ишлов беришнинг схемаси:

бу ерда: τ_1 - маҳсулотга импульсли режимда ИҚ ишлов бериш давомийлиги, с; U_1, U_2 - маҳсулотнинг бошланғич ва ишлов беришдан сўнги намлик даражаси, кг/кг; q -иссиқлик оқими зичлиги, Вт/м²; λ -тўлқин узунлиги, мкм, t_0, t_1 –маҳсулотнинг бошланғич ва ишлов беришдан сўнги температураси, °С.

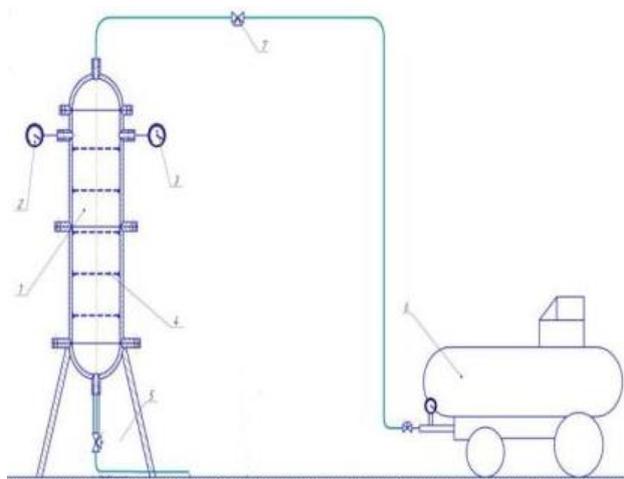


5-расм. Қуриштиш жараёнининг тўртинчи босқич схемаси (ИҚ-конвекция усули)

бу ерда: $\chi_{\text{ҳаво}}$ -атмосфера ҳавосининг дастлабки намлик даражаси, кг/кг; $G_{\text{ҳаво}}$ -атмосфера ҳавосининг сарфи, кг/с; t_0 – атмосфера ҳавосининг бошланғич температураси, °С; ϕ - иситилган ҳавонинг нисбий намлиги,%; W_1, W_2 - қуриштиш камерасидаги маҳсулотнинг бошланғич ва мувозанат намлиги, %; $G_{\text{ис.ҳаво}}$ -иситилган ҳавонинг сарфи, кг/с; t_1 -иситилган атмосфера ҳавосининг бошланғич температураси, °С; $\chi_{\text{кам}}$ – қуриштиш камерасидаги ҳавонинг намлик даражаси, кг/кг; $V_{\text{кам}}$ - камерадаги ҳаво ҳажми, м³; t_2 - маҳсулотнинг температураси, °С.

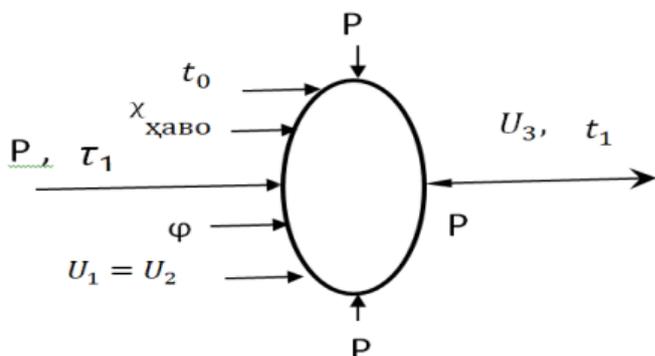
Учинчи босқич – цилинрик шаклга эга, герметик маҳкамланган махсус қуриштиш камерасида 4-5 минут давомида сиқилган юқори атмосфера босими муҳитида ўрик мевасига ишлов бериш ва камерадаги босимни вақт бирликлари ичида лаҳзали тушириш циклига асосланган қуриштиш қурилмаси

(6-расм) ишлаб чиқилиб, таъсир этувчи омилларнинг чегаравий қийматлари қуйидагиларни ташкил этади. (7-расм).



6-расм. Юқори атмосфера босими остида ўрик мевасига ишлов беришнинг тажриба қурилмаси

1-Қуритиш камераси, 2-манометр, 3-термометр, 4-намуна қўйиладиган поддон, 5-босимни бўшатиш трубкаси, 6-компрессор,



7-расм. Маҳсулотни қуритишда юқори босим остида ишлов бериш ва босимни лаҳзали тушириш босқичининг схемаси.

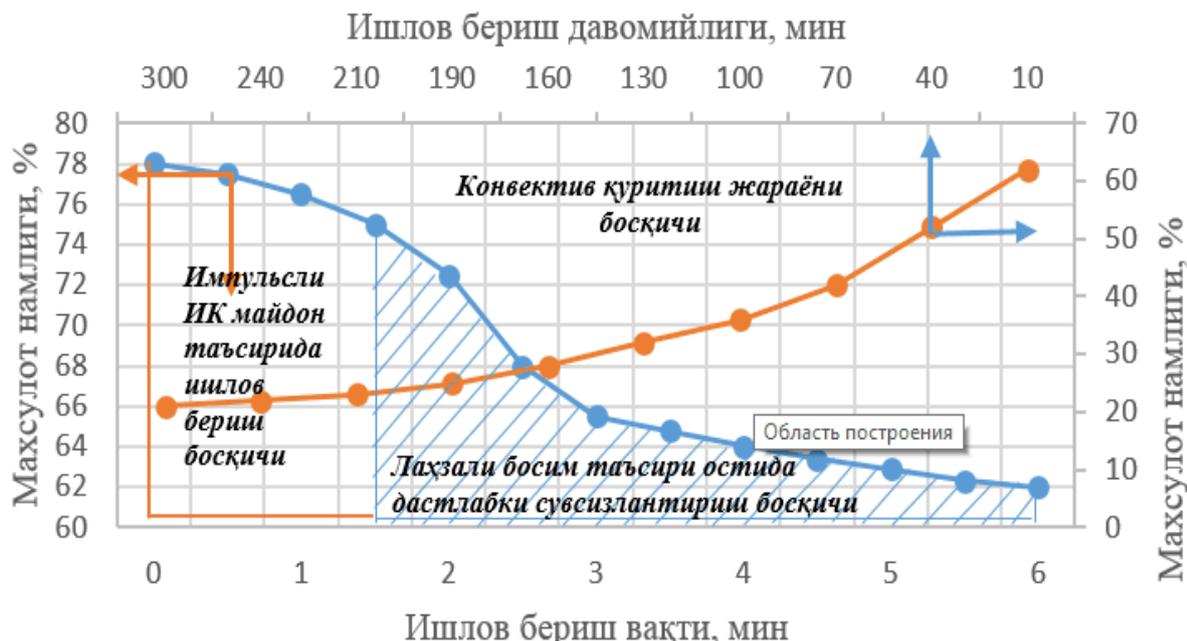
Ҳосил қилинган босим чегараси 0,2-0,8 МПа, Маҳсулотни камерага жойлаштириш учун кетган вақт 30 с; Босимнинг таъсир давомийлиги 4-5 минут; Босимни лаҳзали туширишга кетган вақт 3 сек; Ажралиб чиққан намлик миқдори 10-13%; Маҳсулотга умумий ишлов бериш давомийлиги ўртача 5 минутни ташкил этади.

бу ерда: τ_1 - ишчи камерада ҳосил қилинган босимнинг давомийлиги, мин; P - камерадаги босим, МПа; t_0, t_1 – маҳсулотнинг бошланғич ва ишлов беришдан сўнги температураси, $^{\circ}\text{C}$; U_1, U_2 - маҳсулотнинг бошланғич ва ИҚ ишлов беришдан сўнги намлик даражаси, кг/кг; U_3 - маҳсулотнинг босим остида ишлов берилгандан сўнги намлик даражаси, кг/кг; φ - атмосфера ҳавосининг нисбий намлиги, %.

Олиб борилган тажриба тадқиқотлари асосида қуритиш жараёнининг 4 босқичли цикли бўйича ўрик мевасини қуритиш кинетикаси тадқиқ қилинди. Олинган натижалар 8-расмда келтирилган. Расмдан кўришиб турибдики, қуритиш тизимининг иккинчи босқичида ўрик мевасига 90 сек ишлов бериш давомида намлик миқдори 78% дан 75 фоизга тушиши кузатилди.

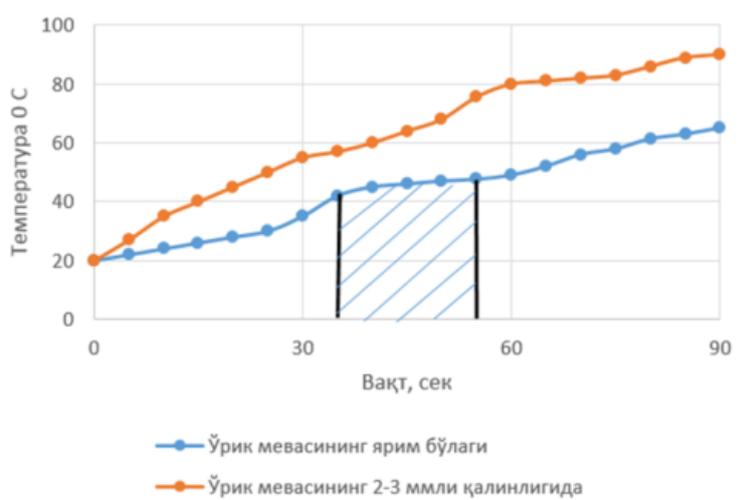
Сиқилган атмосфера босимида ишлов бериш режимида эса ўрик мевасининг намлиги 75 фоиздан 62 фоизга тушиши, ИҚ-конвекция усулида

эса 62 фоиздан мувозонат (20%) намликгача тушганлигини кўриш мумкин. Ўрик мевасининг ярим бўлаги бўйича умумий қуритиш вақти 4,5-6 соатни ташкил этади.



8-расм. Погонали энергия бериш босқичларида ўрик мевасини қуритиш жараёнининг эгри чизиғи

Қуритиш жараёнида борадиган моддаалмашинув қонуниятига мувофиқ шуни таъкидлаш керакки, ИҚ нурнинг таъсири натижасида маҳсулот қатламлари бўйича температура ўзгариши юзага келиб, намлик градиентини ҳосил қилади. Ушбу қонуниятни қуйидаги графикдан кўриш мумкин (9-расм).



9-расм. Импульсли ишлов бериш режимида маҳсулот температурасининг ўзгариши.

Расмдан кўриниб турибдики, импульсли ишлов бериш жараёнининг дастлабки 40-50 сонияларида маҳсулот температурасининг қисман кўтарилиши ва камайиши кузатилди. Бу шуни кўрсатадики маҳсулот

қатламларидаги намлик юза томон силжиши туфайли қатламлар аро намлик градиенти ҳосил бўлади.

Олинган натижаларни қайта ишлаш орқали маҳсулотнинг критик намлиги W , қуритиш жараёни даврлари бўйича қуритиш тезлигининг N ўртача қийматлари ҳамда қуритиш коэффициентини K ҳисоблаш учун қуйидаги регрессион тенгламалар олинди:

$$W = 48,3 - 4,625x_1 - 0,125x_2 + 2,875x_3 + 1,375x_1x_2 + 1,375x_2x_3 - 0,125x_1x_3 + 0,875x_1x_2x_3$$

$$N = 0,97 + 0,088x_1 + 0,01x_2 - 0,0362x_3 - 0,0412x_1x_2 - 0,0287x_2x_3 - 0,00375x_1x_3 - 0,0212x_1x_2x_3$$

$$K = 0,91 + 0,0925x_1 + 0,05x_2 + 0,0175x_3 + 0,02x_1x_2 + 0,015x_2x_3 + 0,0025x_1x_3 + 0,01x_1x_2x_3$$

Қуритиш жараёнининг кинетик қонуниятларини тавсифловчи математик ифодаларни олишда экспериментал ва назарий натижалар таҳлил қилинди. Шунга кўра, ўрик меваси сферик ҳажмга эга деб қаралиб, ундаги намликнинг силжиш қонуниятлари, қуритиш жараёнининг ўзгармас тезлик даври учун тадқиқ қилинди. Маҳсулот таркибидаги эркин намликнинг бир қисмини чиқариб юбориш учун қуритиш камерасидаги маҳсулотга юқори босим остида таъсирни амалга ошириш ва босимни лаҳзали тушириш босқичидаги моддаалмашинув қуйидагича изоҳланади:

ишчи камерада ҳосил қилинган босим таъсирида структураси суюқлик томчиларидан ташкил топган капиллярлар ҳажмининг ўзгариши юзага келади;

ҳосил қилинган босимни лаҳзали тушириш амалга оширилганда босимлар фарқи туфайли ички қатламдан ташқи қатлам томон намликнинг силжиши содир бўлади.

Бунда ишчи камерада ҳосил қилинган ҳавонинг нисбий намлигини, маҳсулотнинг бутун ҳажми бўйича ажралиб чиқаётган нам ҳавонинг намлик даражасини инобатга олсак, у ҳолда маҳсулот ҳажми ва ишчи камерадаги модда бериш ва моддаалмашинувни идеал аралашуш модели сифатида қараш мақсадга мувофиқ, яъни:

$$\frac{dU}{d\tau} = P \cdot \left[\frac{\partial^2 U(\nabla \tau_p)}{\partial r^2} \right] \cdot \rho_x \cdot P_x \cdot V_x \cdot \frac{dx(\tau)}{d\tau} + \frac{dy(\tau)}{d\tau} + \frac{dz(\tau)}{d\tau} + \rho_m \cdot V_m \cdot \frac{dU_m(\tau)}{d\tau} = G_x \cdot G_m \cdot [(X_2 - X_1) - (U_1 - U_2) \cdot \tau], \quad (1)$$

бу ерда: ρ_x, P_x, V_x - камера ичидаги ҳаво зичлиги, босими ва ҳажми; ρ_m, V_m - маҳсулот зичлиги ва ҳажми; G_x, G_m -ҳаво ҳамда маҳсулотнинг сарфи; X_1, X_2 - ҳавонинг бошланғич ва қуритиш жараёнидан сўнги нам сақлаши, кг/кг; U_1, U_2 - маҳсулотнинг бошланғич ва ишлов беришдан сўнги намлик даражаси, кг/кг; τ -қуритиш вақти, мин; τ_p -босимни таъсир этиш давомийлиги, мин.

Қуритиш жараёнининг кинетик қонуниятини таҳлил қиладиган бўлсак, ишчи камерада ҳосил қилинган босимни лаҳзали тушириш орқали

маҳсулотнинг бутун ҳажми бўйича намликнинг силжишини координаталар системаси орқали ифодалаш мумкин. Чунки ёпиқ камерада ҳосил қилинган босим маҳсулотнинг бутун юзасига тенг таъсир этиши туфайли, маҳсулотнинг бутун ҳажми бўйича намликнинг чиқишини таъминлайди.

Сферик шаклга эга бўлган ўрик мевасининг масса ўтказувчанлик тенгламасини қуйидагича ифодалаймиз.

$$\frac{\partial u(r,\tau)}{\partial \tau} = k \left[\frac{\partial^2 u(r,\tau)}{\partial r^2} + \frac{2}{3} 2Rh \frac{\partial u(r,\tau)}{\partial r} \right], \quad (2)$$

бу ерда: k - намлик ўтказувчанлик коэффиценти, $\text{м}^2/\text{с}$.

Маҳсулотнинг ўртача нам сақлаш даражасини қуйидагича ифодалаймиз:

$$U_{\text{ўр}}(\tau) = \frac{3}{R^3} \int_0^R U(r,\tau) dr, \quad (3)$$

Маҳсулотнинг бутун юзасидан ажралиб чиқаётган намлик миқдори, маҳсулот марказидан юза томон силжиётган намликнинг тезлигига боғлиқ.

$$\rho_{\text{қ.м.}} \cdot V_{\text{қ.м.}} \frac{dU_{\text{ўр}}(\tau)}{d\tau} n F_M k \frac{\partial u(r,\tau)}{\partial r} \quad (4)$$

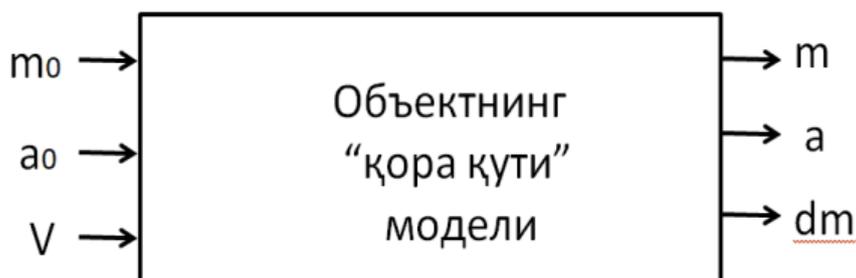
бу ерда: $\rho_{\text{қ.м.}} \cdot V_{\text{қ.м.}}$ - куруқ маҳсулот зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$; ва ҳажми, м^3 ; n - бир м^2 юзага жойлаштирилган яримталиқ ўрик мевасининг сони; F_M - қуритиш камерасидаги маҳсулотнинг бутун юзаси, м^2 ; r - маҳсулот заррачасининг ички координатаси, м .

Маҳсулотнинг бутун юзаси бўйича намликнинг чиқишини инобатга олиб, маҳсулот қатламлари бўйича модда тарқалишини ҳамда температура тақсимотини тавсифловчи дифференциал тенгламани қуйидагича ифодалаймиз:

$$\frac{\partial U_{\text{қ.м.}}}{\partial \tau} = a_m \frac{\partial U_{\text{қ.м.}}}{\partial x} + \frac{\partial U_{\text{қ.м.}}}{\partial y} + \frac{\partial U_{\text{қ.м.}}}{\partial z} + \delta_T \cdot a_m \cdot \frac{\partial T_{\text{қ.м.}}}{\partial x} + \frac{\partial T_{\text{қ.м.}}}{\partial y} + \frac{\partial T_{\text{қ.м.}}}{\partial z} \quad (5)$$

бу ерда: $U_{\text{қ.м.}}$ - маҳсулот куруқ зонасининг нам сақлаши, $\text{кг}/\text{кг}$; a_m - модда ўтказиш коэффиценти, $\text{м}^2/\text{с}$; δ_T - нисбий термодиффузия коэффиценти, $1/\text{К}$; $T_{\text{қ.м.}}$ - маҳсулот куруқ зонасининг температураси, К .

Олиб борилган назарий тадқиқотлар асосида, қуритилаётган маҳсулотнинг бутун ҳажми бўйича бир хил босимни ҳосил қилиш ва уни лаҳзали тушириш босқичли қуритиш жараёни ва қурилмаси такомиллаштирилиб, қуритиш жараёнини ифодаловчи математик модель ишлаб чиқилди. Ўрик мевасини поғонали қуритиш жараёнини математик моделлаштириш этаплари қуйидагиларни ўз ичига олади:



10-расм. Ўрик мевасини қуритиш жараёнининг “қора қути” модели

Маҳсулот таркибидан ҳавога ажралиб чиқаётган намлик миқдорини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\Delta q = \kappa \cdot V \cdot a_0 \quad (8)$$

Моддий баланс тенгламасидан фойдаланиб, қуруқ маҳсулот миқдорини қуйидаги ифода орқали аниқлаймиз:

$$m_0 \cdot (1 - a_0) = m(1 - a) \quad (9)$$

Бу ерда қуруқ маҳсулот массаси қуйидагига тенг:

$$m = \frac{1-a_0}{1-a} \cdot m_0 \quad (10)$$

(8),(9),(10) тенгламалардан фойдаланиб, тенгламалар системасини ҳосил қиламиз:

$$\begin{cases} a = \frac{m_0 \cdot a_0 - \Delta q}{m} \\ m = \frac{1-a_0}{1-a} \cdot m_0 \\ \Delta q = \kappa \cdot V \cdot a_0 \end{cases} \quad (11)$$

(11) тенглама қурилманинг статик математик моделини тавсифлайди:

Қурилманинг статик моделидан фойдаланиб, параметрларнинг маълум бир белгиланган вақт оралиғида ўзгаришини аниқлаш учун, динамик моделни тузамиз. Қурилмада вақт бирлиги ичида маҳсулот таркибидан ажралиб чиқаётган намликнинг ўзгаришини аниқлаш учун (11) тенгламадан фойдаланиб жараённинг вақт бўйича динамик инерционлик ифодасини қуйидагича ифодалаймиз:

$$W(p) = \frac{k}{\tau \cdot p + 1}$$

$$\begin{cases} a = \frac{m_0 \cdot a_0 - \Delta q}{m} \cdot W(p) \\ m = \frac{1-a_0}{1-a} \cdot m_0 \\ \Delta q = \kappa \cdot V \cdot a_0 \\ W(p) = \frac{k}{\tau \cdot p + 1} \end{cases} \quad (12)$$

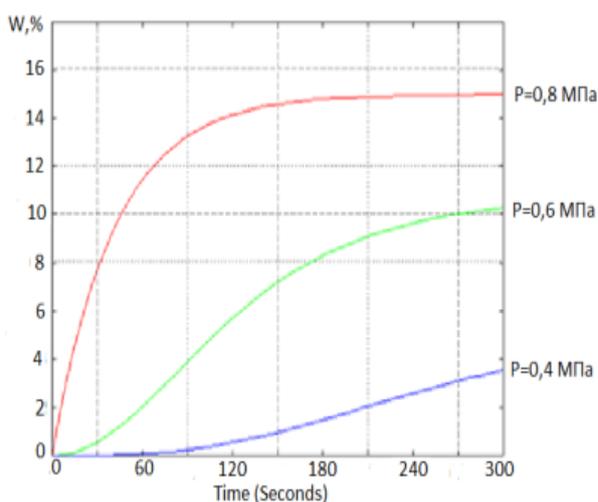
бу ерда: $W(p)$ -инерция бўғини бўйича Лаплас ўзгартиргичлиги; $k = 1$ – инерция бўғинининг кучайтириш коэффициентини; $\tau = 0.1 \dots 10$ инерция бўғинининг вақт доимийси.

Олиб борилган назарий тадқиқотлар ҳамда қуриштиш жараёнини математик моделлаштириш орқали қуриштиш камерасида маҳсулотнинг бутун ҳажми бўйича намликнинг ўзгариши тадқиқ қилинди. Бунинг учун қуриштиш камерасида ҳосил қилинган босимнинг турли қийматлари, таъсир этиш давомийлиги ҳамда босимни лаҳзали тушириш босқичларида вақт бирлиги бўйича намлик ўзгаришини ифодаловчи эгри чизиқлар олинди (11-

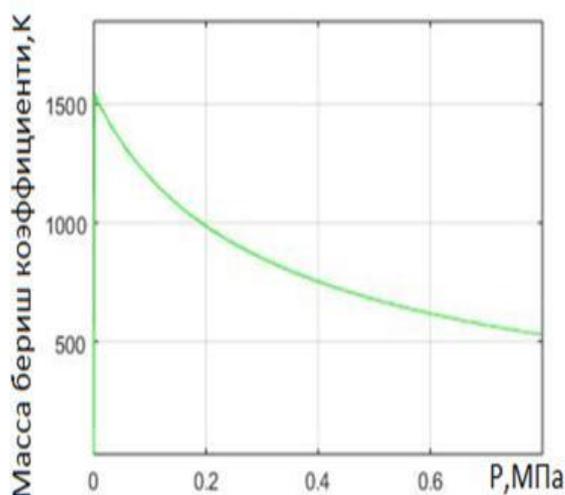
расм). Қуритиш камерасида ҳосил қилинган босимнинг турли қийматларида ва таъсир этиш давомийлиги бўйича маҳсулот таркибидан намликнинг ўзгариши ҳар хил қийматни ташкил этади. 11-расмдан қуриниб турибдики, $P=0,4\text{МПа}$ босим таъсирида маҳсулот таркибидан 4÷5 дақиқада 3,8-4 фоиз миқдорда, босимнинг $P=0,6\text{МПа}$ қийматида 9-10 фоизгача, $P=0,8\text{МПа}$ босим оралиғида эса 10-13 фоизгача намликни чиқиши юзага келиб, масса бериш коэффициентини вақт бирлигида камайиб бориши кузатилди (12-расм).

Ўрганилаётган қуритиш тизимида динамик жараённи ҳисобга олиб, маҳсулот таркибидан вақт бирлигида ажралиб чиқаётган намлик миқдорининг ўзгаришини дифференциал тенглама орқали тасвирлаш мумкин. Ушбу дифференциал тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин.

$$T \frac{da}{dt} + a = k \cdot a \quad (13)$$



11-расм. Лаҳзали босим таъсирида маҳсулот намлигининг вақт бирлигида ўзгариши



12-расм. Лаҳзали босим таъсирида маҳсулотнинг масса бериш коэффициентининг ўзгариши.

бу ерда, T - инерция вақти-ишчи камерада ҳосил қилинган босимни атмосфера босимиغا тушгунгача кетадиган вақт; $k = 1$ -инерция коэффициентини.

(13) тенгламани (7) ифодага қўйсақ, қуйидаги тенгламани оламиз:

$$T \frac{da}{dt} + a = \frac{m_0 \cdot a_0 - \Delta q}{m} \quad (14)$$

(14) тенгламадан фойдаланиб, маҳсулотдан ажралиб чиқаётган намлик миқдорини қуйидаги дифференциал тенглама қуринишида ёзамиз:

$$\frac{da}{dt} = \frac{1}{T} \cdot \left(\frac{m_0 \cdot a_0 - \Delta q}{m} - a \right) \quad (15)$$

(11) ва (15) тенгламалар ёрдамида қуритиш қурилмасининг динамик математик модели қуйидагича ёзамиз:

$$\begin{cases} \frac{da}{d\tau} = \frac{1}{T} \cdot \left(\frac{m_0 \cdot a_0 - \Delta q}{m} - a \right) \\ m = \frac{1-a_0}{1-a} \cdot m_0 \\ \Delta q = \kappa \cdot V \cdot a_0 \end{cases} \quad (16)$$

Қуритиш камерасида ҳосил қилинган босимни лаҳзали туширишнинг вақт бирликлари мобайнида маҳсулотдан ажралиб чиқаётган суюқлик миқдорини қуйидаги тенглама орқали ифодалаш мумкин:

$$\Delta q = V \cdot a_0 \cdot \Delta P \cdot \frac{k}{(1-a)^{2.8}} \quad (17)$$

Босимни ҳосил қилиш ва лаҳзали тушириш босқичларида қуритиш жараёни динамикасини ифодаловчи тенгламалар системаси қуйидагича:

$$\begin{cases} \frac{da}{d\tau} = \frac{1}{T} \cdot \left(\frac{m_0 \cdot a_0 - \Delta q}{m} - a \right) \\ m = \frac{1-a_0}{1-a} \cdot m_0 \\ \Delta q = V \cdot a_0 \cdot \Delta P \cdot \frac{k}{(1-a)^{2.8}} \\ k_k = \frac{k}{(1-a)^{2.8}} \end{cases} \quad (18)$$

Шунингдек, қуритиш жараёни давомида ўрик меваси таркибидаги температура ва намлик ўзгаришининг дифференциал тенгламалари қуйидагича ифодаланади:

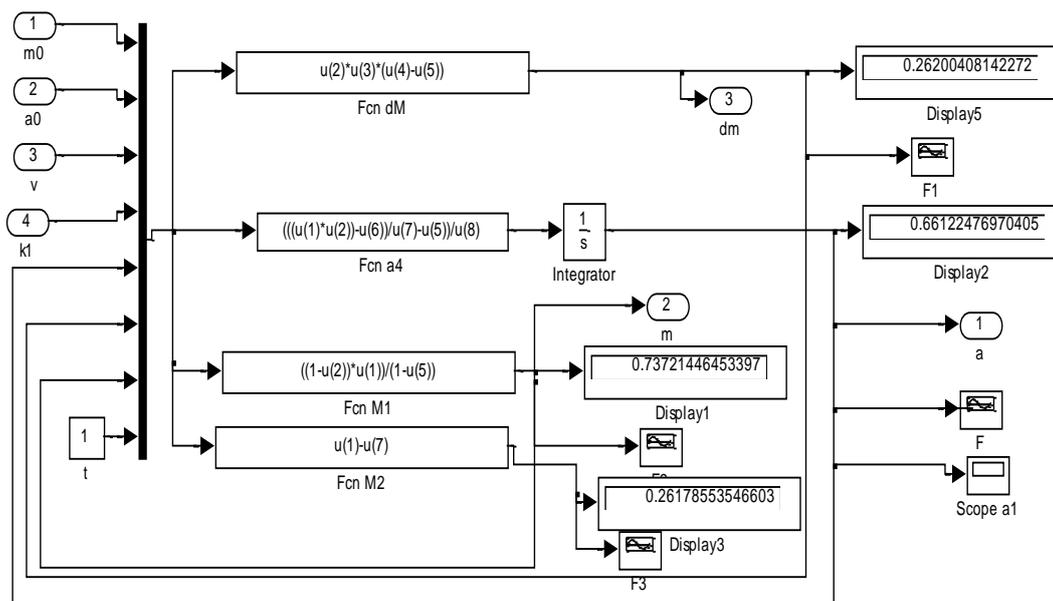
$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{\left[q + \alpha \cdot F_s \cdot (t_{x_{a00}} - t_1) - \frac{\lambda \cdot F_s}{\Delta h} \cdot (t_1 - t_2) \right]}{m \cdot c} \quad (19)$$

$$\frac{dw_o}{d\tau} = \frac{(-\beta \cdot F_s \cdot (X_o - X_{mn}) + KDt \cdot F_s / dh \cdot (X_1 - X_o))}{m_o} \quad (20)$$

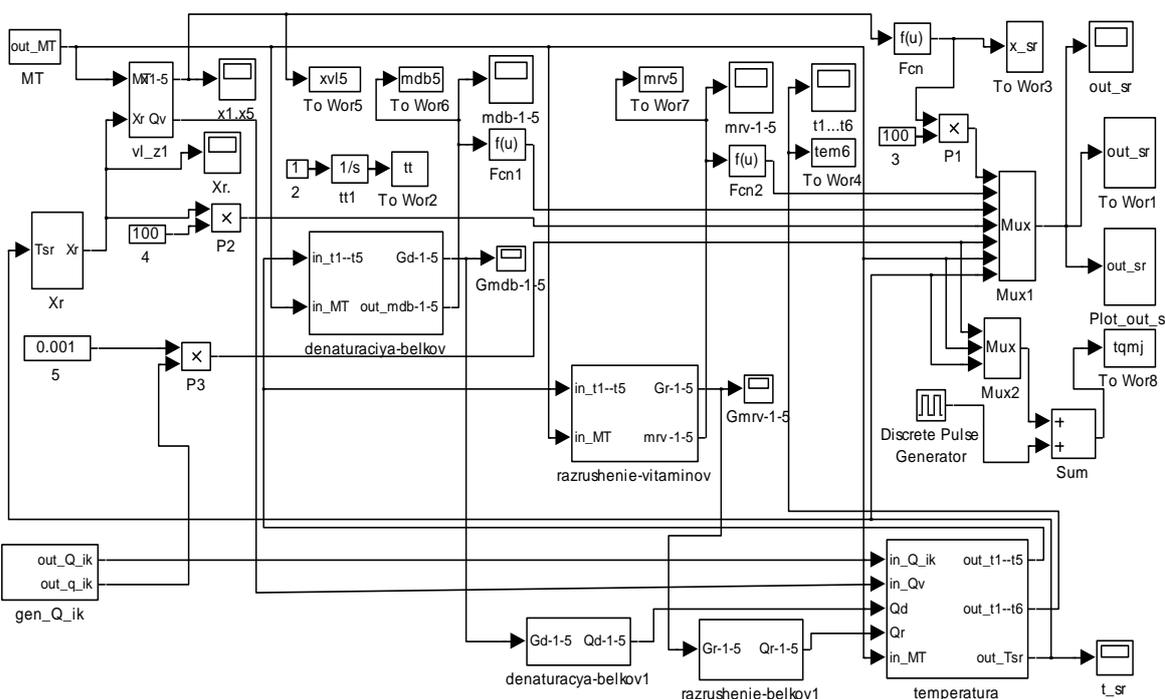
MATLAB дастури асосида технологик жараённинг компьютер модели ишлаб чиқилди. Ўрик мевасига сиқилган атмосфера босимининг 0,2-0,8 МПа диапазонда ишлов бериш босқичи учун ҳамда қуритиш жараёнининг умумлаштирилган тизими учун компьютер модели (13, 14 -расм) ишлаб чиқилиб, қуритиш жараёни тезлигининг таъсир этувчи омиллардан боғлиқлик графиклари олинди.

Сиқилган атмосфера босимининг 0,2÷0,8 МПа диапазонда, ўрик меваси таркибидан вақт бирлигида ажралиб чиқаётган намлик миқдори турли қийматга эга. Қуритиш жараёни тезлигининг эгри чизиғидан маълумки, маҳсулотдан ажралиб чиқаётган намликнинг улуши 0,2 МПа диапазонда

0,07% ни, 0,4 МПа да 0,13% ни, 0,6 МПа да 0,17% ни, 0,8 МПа эса 0,20-0,22% ни ташкил этдади (15-расм).

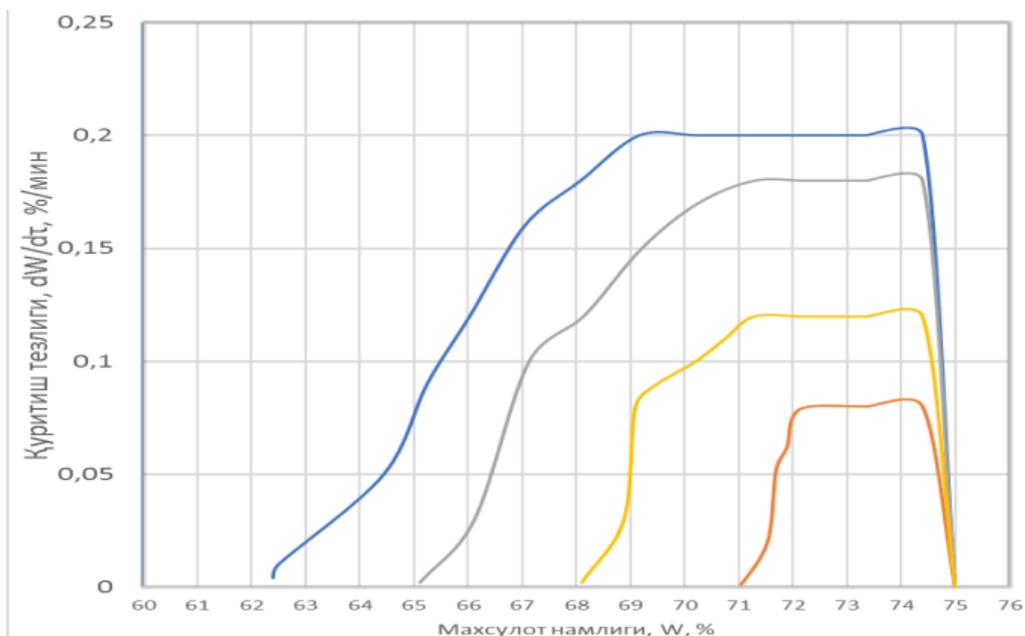


13-расм. Лаҳзали босим таъсирида ўрик мевасини қуритиш жарёнининг компьютер модели.



14-расм. Ўрик мевасини қуритишнинг умумлаштирилган компьютер модели

Қуритиш жарёнининг компьютер модели асосида олинган натижалар шуни кўрсатадики, таклиф этилган қуритиш усули асосида маҳсулот намлигини 78÷82% дан мувозанат намлик (20-22%) гача тушириш имконияти яратилди.



15-расм. Ўрик мевасини қуритиш жараёни тезлигининг эгри чизиғи

Олиб борилган экспериментал ва назарий тадқиқотлар асосида, ўрик мевасини поғонали қуритиш тизимини амалга оширишнинг босқичлар бўйича мақбул конструкциялари таклиф этилди.

Ўрик мевасини ИК нур майдонида дастлабки ишлов бериш босқичи учун

Ўрик мевасини юқори атмосфера босимида ишлов бериш босқичи учун

ИК-конвекция усули учун



16-расм. Ўрик мевасини поғонали қуритиш тизимини амалга ошириш учун таклиф этилаётган қуритиш босқичларининг конструкциялари

Интеллектуал мулк агентлиги томонидан ихтирога патент билан ҳимояланган, ўрик мевасига 4 босқичли тизим асосида ишлов бериш орқали

қуритиш усулида сарфланган энергия миқдори, маҳсулот таркибидан вақт бирлигида ажралиб чиқаётган намлик миқдори каби кўрсаткичлар бўйича таҳлиллар ўтказилди. Олинган натижалар ва ҳисоб китобларнинг қиёсий таҳлили 2-жадвалда ўз ифодасини топган.

**Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қуритишда қўлланиладиган
усулларнинг қиёслаш жадвали**

2-жадвал

Кўрсаткичлар	Қуёш энергияси (табиий усул)	Терморрадиацион (иссиқлик насоси) ёрдамида	Сублимацияли	Таклиф этилаётган қуритиш усули
Бирлик юзадаги маҳсулот миқдори кг/м ²	15-20	15-17	10-20	8-12
Қуритиш жараёни давомийлиги, соат	180-200	40-70	22-24	4,5-6
Чиқариб юборилган намлик бўйича иш унумдорлик, кг/нам/м ² соат	0,0375	0,078	0,0325	0,16
1 кг намликни чиқариб юбориш учун солиштира энергия сарфи кВт.соат/кг.нам	-	0,4	0,73	0,28-0,32
Структураси	қаттиқ	ўрта	Ўта қаттиқ	Юмшоқ-эластик

Қиёсий таҳлил шуни кўрсатадики, таклиф этилаётган қуритиш усулида, маҳсулот таркибидан 1 кг намликни чиқариб юбориш учун сарфланган солиштира энергия сарфи $0,28 \div 0,32$ кВт/соатни, қуритиш давомийлиги $4,5 \div 6$ соатни, 1 м² юзадан ажралиб чиқаётган намлик миқдори 0,16 кг ташкил этса, мавжуд қуритиш усулларида бу кўрсаткичлар яъни энергия сарфи $0,4 \div 0,7$ кВт/соатни, қуритиш давомийлиги 20-70 соатни, ажралиб чиқаётган намлик миқдори $0,0325 \div 0,078$ кг ташкил этапти.

Олинган ҳисоблаш натижалари бўйича ўрик мевасини қуритиш жараёнида босимнинг $0,6 \div 0,8$ МПа оралиқдаги қийматларида маҳсулотнинг таркибидаги намлик чиқиши $10 \div 13$ % га ва масса бериш коэффициентининг вақт бўйича камайиб бориши модда алмашинув қонуниятларига мос келади.

Ўрик меваларини қуритиш учун олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатадики, тавсия этилган қуритиш усулини қўллашнинг бир қатор афзалликлари мавжуд: қуритилган маҳсулот таркибида биологик фаол маддаларнинг сақланиши, қуритиш давомийлигининг $1,7 \div 1,8$ мартага қисқариши, эркин намликнинг $4 \div 5$ дақиқада чиқариб юборилиши натижада энергия сарфининг камайтирилганлиги билан изоҳланади.

ХУЛОСА

Ўрик мевасини поғонали қуритиш жараёни бўйича олиб борилган тадқиқот натижалари асосида қуйидаги хулосалар олинган:

1. Тизимли таҳлил асосида ўрик мевасини поғонали қуритиш жараёнини жадаллаштиришнинг тўрт босқичли тизими ишлаб чиқилган.
2. Маҳсулотнинг дастлабки сифатини сақлаш, органолептик хоссасини яхшилаш мақсадида ўрик меваси бўлақларини дастлаб 0.2-0.4% ли лимон кислотасида 15-20 дақиқа давомида ишлов бериш режими ишлаб чиқилган.
3. Маҳсулотнинг капилляр структурасида суюқлик томчиларининг турбулентлигини ва интенсив ҳаракатини таъминлаш учун ИҚ нур майдонининг $q=2000-2450 \text{ Вт/м}^2$ оқим зичлигида, тўлқин узунлигининг $\lambda=1.1 \text{ мкм}$ диапазонида импульсли ишлов бериш режими асосланган.
4. Маҳсулот капилляр структурасида суюқлик пуфакчаларини ҳосил бўлишини, лаҳзали портлашини, намликнинг интенсив силжишини юзага келтириш учун, сиқилган атмосфера босимининг мақбул диапазони (0,6-0,8 МПа) да ишлов бериш ва босимни лаҳзали тушириш усулини қўллаш орқали 4-5 дақиқа давомида ўрик меваси таркибидаги намлик миқдорини 10-13% туширишга эришилган.
5. ИҚ-нурланган энергиянинг мақбул тўлқин узунлиги диапазонида, юқори босим остида ва босимни лаҳзали тушириш ҳамда конвекция таъсирида ишлов беришга асосланган, ўрик мевасининг капилляр ғовак структурасидаги суюқлик томчиларининг ҳаракати ва унинг юза томон силжишини жадаллаштирувчи ресурс-энергиятежамкор қуритиш жараёни ва аппарати такомиллаштирилган.
7. Қуритиш жараёнини поғонали жадаллаштириш технологиясини жорий этиш орқали ўрик мевасини қуритишга сарфланаётган энергия сарфини 1,5 марта, қуритиш жараёнининг давомийлигини 1,8 марта камайтиришга эришилган.
8. Тўрт босқичли тизим асосида ўрик мевасини қуритиш жараёнини амалга оширишга мўлжалланган қурилмани, қуритилган қишлоқ хўжалик маҳсулотларини МДХ мамлакатларига экспорт қилиш тизими асосида фаолият кўрсатаётган “SABINA SUMAYA PLYUS” МЧЖ ва “LIVADIYA BUKHARA” МЧЖ ларда қўллаш натижасида биргина ўрик меваси бўйича корхоналарнинг умумий йиллик иқтисодий самараси 355 096 353 сўмни ташкил этади.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

I-бўлим

1. Barakaev N. R., Rustamov E.S., Gafurov K. X., Djuraev X. F, Xikmatov D. N. “O’rik mevasini quritish usuli”. Patent № IAP 06748. Toshkent, 28.02.2022.

2. Рустамов Э.С. Зависимость влажности и температуры воздуха в процессе сушки плодов.// “Universum: технические науки” Научный журнал. Москва,2022 №11(104(4)). С.57-60. (02.00.00; №1)

3,Rustamov E.S., Artikov A., Djurayev X. F., Uvayzov S. K. “Bosimlar farqi asosida quritish jarayonining modellashtirish dasturi”. Guvohnoma № DGU 12531. Toshkent, 02.10.2021.

4. Rustamov E.S., Artikov A., Djurayev X. F., Uvayzov S. K. “Quritish jarayoni davomida mahsulot tarkibidagi namlik o`zgarishining differentsial modeli va dasturi”. Guvohnoma № DGU 12532. Toshkent, 02.10.2021.

5. Rustamov E.S., Artikov A., Djurayev X. F. “Mevani quritish jarayoning inertsiya modeli va dasturi”.Guvohnoma № DGU 12833. Toshkent, 27.10.2021.

6. Рустамов Э.С., Джураев Х.Ф. Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қуритиш жараёнида иссиқлик, моддаалмашинув қонуниятларини ифодалашнинг математик моделлаштириш асослари. // “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий техникавий журнал. Бухоро, 2019. №3. 100-103б. (02.00.00; №14)

7. Rustamov E.S., Djuraev Kh.F.,Gafurov K.Kh. Kinetics of fruit crops drying with instant pressure release. // The American Journal of Engineering and Technology. USA, 2020. Volume 02 Issue 10. pp 45-54. (01.00.00; (2) Journal Impakt Faktor)

8. Rustamov E.S., Djuraev Kh.F.,Gafurov K.Kh. Research of the process of apricot fruit drying with instant pressure release. // International Journal For Innovative Engineering and Management Research. USA, 2021. Volume 10, Issue 03, pp 219-226. (01.00.00; (2) Journal Impakt Faktor)

9. Rustamov E.S., Artikov A., Djurayev X. F System thinking in analysis of device for removing moisture from the material by instantaneous pressure release. // Technical science and innovation. Tashkent, 2021. №4, pp 308-312.

II-бўлим

10. Джураев Х.Ф., Рустамов Э.С., Гафуров К.Х. Новый метод подготовки абрикоса к сушке. // “Биотехнологические, экологические и экономические аспекты создания безопасных продуктов питания специализированного назначения” Материалы международной научно-практической конференции. Краснодар, 2020. -С.438-441.

11. Джураев Х.Ф., Гафуров К.Х., Рустамов Э.С. Новая технология обработки плодов при сушке. // “Инновацион техника ва технологияларнинг қишлоқ хўжалиги - озиқ-овқат тармоғидаги муаммо ва истикболлари” мавзусидаги халқаро илмий ва илмий-техник анжумани. Тошкент, 2020.332-333 б.

12. Джураев Х.Ф., Рустамов Э.С. Исследование процесса сушки плодов на основе композиционного плана. // Инновационные пути решения актуальных проблем развития пищевой и нефтегазохимической промышленности. Международная научно-практическая конференция. Бухара, 2020. -С. 46-52.

13. Рустамов Э.С., Джураев Х.Ф. Қуритиш жараёни давомида босим ўзгаришининг диффузия коэффициентига таъсирини тадқиқ қилиш. // Ёшлар қўллаб-қувватлаш ва аҳоли саломатлигини мустаҳкамлаш йилига бағишланган профессор-ўқитувчилар, илмий изланувчилар, магистрлар ва талабаларнинг илмий-амалий анжумани материаллар тўплами. 2021 й. 167- б.

14. Rustamov E.S., Uvayzov S.K. Bosinning o'zgarishiga asoslangan quritish jarayonining nazariy tadqiqotlarini tahlil qilish. // "Sanoat injeneriyasining dolzarb muammolari" Respublika ilmiy-amaliy anjumani. Buxoro, 2021. 51-52 b.

IXTIROGA
PATENT
ПАТЕНТ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

**О'ZBEKISTON RESPUBLIKASI ADLIYA VAZIRLIGI HUZURIDAGI
INTELLEKTUAL MULK AGENTLIGI
АГЕНТСТВО ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
ПРИ МИНИСТЕРСТВЕ ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

№ IAP 06748

Ushbu patent O'zbekiston Respublikasining "Ixtirolar, foydali modellar va sanoat namunalari to'g'risida"gi Qonuniga asosan quyidagi ixtiroga berildi:

Настоящий патент выдан на основании Закона Республики Узбекистан «Об изобретениях, полезных моделях и промышленных образцах», на следующее изобретение:

O'rik mevasini quritish usuli
Способ сушки абрикоса

Talabnoma kelib tushgan sana:
Дата поступления заявки:

15.04.2020

Talabnoma raqami:
Номер заявки:

IAP 2020 0179

Ustavorlik sanasi:
Дата приоритета:

15.04.2020

Patent egasi (egalari):
Патентообладатель(и):

Buxoro muhandislik-texnologiya instituti, UZ
Бухарский инженерно-технологический институт, UZ

Ixtiro muallif(lar):
Автор(ы) изобретения:

Barakaev Nusratilla Rajabovich, Rustamov Elyor Samievich, Gafurov Karim
Хакимович, Djuraev Xayrullo Fayzievich, Hikmatov Doniyor Ne'matovich,
UZ
Баракаев Нусратилла Ражабович, Рустамов Элёр Самиевич, Гафуров
Карим Хакимович, Джураев Хайрулло Файзиевич, Хикматов Дониёр
Неъматович, UZ

Patent O'zbekiston Respublikasining barcha hududida 15.04.2020 yildan patentni kuchda saqlab turish uchun boj o'z vaqtida to'langandagina 20 yil mobaynida amal qiladi.

O'zbekiston Respublikasi ixtirolar davlat reestrinda 28.02.2022 yilda Toshkent shahrida ro'yxatdan o'tkazilgan.

Патент действует на всей территории Республики Узбекистан в течение 20 лет с 15.04.2020 года при условии своевременной уплаты пошлины за поддержание в действии.

Зарегистрирован в государственном реестре изобретений Республики Узбекистан, в г. Ташкент 28.02.2022 г.

Direktor
Директор



T. Абдусаттаров



INTELLEKTUAL
MULK AGENTLIGI

(19) O'ZBEKISTON
RESPUBLIKASI



INTELLEKTUAL
MULK
AGENTLIGI

(12) Ixtiro patentiga tavsif

(11) UZ IAP 06748

(13) C

(21) IAP 2020 0179

(22) 15.04.2020

(51) XPK^B
A23L 3/40 (2006.01)

UZ IAP 06748

(46) 31.03.2022. Бюл., № 3	(72) Barakaev Nusratilla Rajabovich, Rustamov Elyor Samievich, Gafurov Karim Hakimovich, Djuraev Xayrullo Fayzievich, Hikmatov Doniyor Ne'matovich, UZ
(56) 1. RU2562844; 2. Е.И. Мякинникова, Г.И. Касьянов. Использование электрофизических и газожидкостных технологий для сушки плодового сырья //ISSN 2074-9414. Журнал «Техника и технология пищевых производств». 2015. Т. 37. № 2. С.48-52; 3. UZ IAP3373; 4. DE 4010594.	Barakaev Nusratilla Rajabovich, Rustamov Elyor Samievich, Gafurov Karim Hakimovich, Djuraev Xayrullo Fayzievich, Hikmatov Doniyor Ne'matovich, UZ Barakaev Nusratilla Rajabovich, Rustamov Elyor Samievich, Gafurov Karim Hakimovich, Djuraev Xayrullo Fayzievich, Hikmatov Doniyor Ne'matovich, UZ (71) Вухоро муhandislik-texnologiya instituti, UZ Бухарский инженерно-технологический институт, UZ (73) Вухоро муhandislik-texnologiya instituti, UZ Бухарский инженерно-технологический институт, UZ

(54) O'RIK MEVASINI QURITISH USULI

СПОСОБ СУШКИ АБРИКОСА

- (57) *Foydalanish sohasi:* oziq-ovqat sanoati, mevalarni qayta ishlash sohasir. *Vazifasi:* sifat ko'rsatkichlari yaxshilangan tayyor mahsulot (bargak) olishning muqobil usulini taklif qilish. *Ixtironing mohiyati:* o'rik mevasini quritish usuli taklif qilingan bo'lib, bu usul mevalarni tekshirish, yuvish, ikki bo'lakka bo'lib, danagidan ajratish, to'lqin uzunligi 1,1 mkm ga teng impulsli infraqizil nurlanishda 90 s davomida dastlabki ishlov berish, konvektiv quritish, sovitish va tayyor mahsulotni qadoqlash jarayonlaridan iborat, bunda danaklari olib tashlangandan keyin mahsulotga impulsli infraqizil nurlanishda ishlov berish oldidan u 15-20 daqiqa davomida 0,2 -0,4% li limon kislotasi eritmasiga solib qo'yiladi, konvektiv quritish oldidan mahsulot 47-50%ga teng havo namligida 4-5 daqiqa davomida 0,6-0,8 MPa bosimi ostida ushlab turiladi va bosim bir zumda tushiriladi. Formulaning 1 m.b., 1 ta jadval, 2 la rasm.

Использование: пищевая промышленность, отрасль переработки плодов. *Задача:* предложен альтернативный способ получения готовой продукции (кураги) с улучшенными качественными показателями. *Сущность изобретения:* предложен способ сушки абрикоса включающий инспекцию, мойку, резку абрикоса на две половинки с удалением косточки, предварительную обработку импульсным ИК излучением при длине волны 1,1 мкм в течение 90 с, конвективную сушку, охлаждение и упаковку готового продукта, при котором, после удаления косточек и перед обработкой импульсным ИК излучением продукт погружается в 0,2 -0,4% ный раствор лимонной кислоты в течение 15-20 мин, перед конвективной сушкой продукт выдерживают под давлением 0,6-0,8 МПа при влажности воздуха 47-50 % в течение 4-5 мин с мгновенным сбросом давления.

1 н.п. ф-ль, 1 табл., 2 илл.

UZ IAP 06748

Изобретение относится к консервной промышленности, в частности, к сушке плодов и овощей.

Известен способ сушки абрикосов, при котором используются инфракрасные излучатели, где абрикосы после инспекции, калибровки, мойки, удаления косточек бланшируют паром в течение 2-4 мин. или обрабатывают 0,5% раствором сернистой кислоты или бисульфита натрия и сушат в сушилке с инфракрасными излучателями СФ-4 мощностью по 40 Вт с периодической отлежкой плодов с режимом облучения 2:1 (10 мин облучения и 5 мин отлежки) до остаточной влажности 14-15%. [<https://findpatent.ru/patent/256/2562844.html>].

Хотя при помощи этого способа достигается уменьшение продолжительности сушки и повышение качества получаемого готового продукта, процесс энергоёмкий за счет использования инфракрасных источников в течении 66,6 % продолжительности процесса.

Известен также способ сушки плодов, при котором используется «сброс давления», включающий пропитку сырья сжиженным диоксидом углерода при давлении выше атмосферного (4,2 МПа) и температуре 22°C, организацию мгновенного сброса давления, сопровождающийся вскипанием сжиженного газа и охлаждением материала до температуры ниже температуры тройной точки воды, сушка материала осуществляется при непрерывном удалении образующейся влаги. Пропитку сырья и удаление влаги осуществляют в электромагнитном поле с частотой 18–55 Гц, при этом удаление влаги производят при температуре минус 35°C [Е.И. Мякинникова, Г.И. Касьянов. Использование электрофизических и газожидкостных технологий для сушки плодового сырья // ISSN 2074-9414. Журнал «Техника и технология пищевых производств». 2015. Т. 37. № 2. С.48-52]. Хотя при помощи этого способа тоже достигается уменьшение продолжительности сушки и повышение качества получаемого готового продукта, процесс технически сложный и такие способы сушки из-за сложности технологических схем производства не нашли широкого применения.

Известен способ сушки [02.04.90 DE 4010594], где биологические продукты, например ломтики яблок, подвергаются термической обработке до температуры свыше 100°C, затем выдерживают в камере высокого давления в присутствии газовой атмосферы в течение 105 мин под давлением 15 атм (примерно 1,5 МПа) при температуре 105°C, после чего сбрасывают давление ниже атмосферного до 0,9 атм (0,09 МПа) в течение 30 с. После такой обработки ломтики яблоки вспучиваются и высушиваются до влажности 8 %. Основной недостаток способа является то, что материал подвергается высокой температурной обработке (выше 100°C) при высоком давлении 1,5 МПа, а также имеется необходимость создать вакуум. Все это приводит к высокому энергопотреблению и снижается полезные качества конечного продукта, так как при высокой температуре полезные вещества продукта (витамины и т.д.) разрушаются.

Наиболее близким аналогом является способ получения сушеных фруктов [UZ IAP3373], включающий мойку, сортировку, резку, предварительную обработку ИК-излучением в импульсном режиме длиной волны 1,1 мкм, сушку и охлаждение продукта. Режим импульсной ИК-обработки составляет: первый период 40-45 с, период отлежки – 15-20 с, второй период воздействия – 20-25 с. Далее продукт выдерживают в сахарном сиропе с концентрацией 50-60 % в течение 2,5-3,0 часов при температуре 45-50°C. Далее продукт высушивается ИК-конвективным способом при температуре воздуха 60-65°C и плотности лучистого потока 2,0-2,25 кВт/м² с длиной волны 2,8 мкм. Этим способом достигается уменьшение продолжительности сушки и повышение качества получаемого готового продукта, но при этом процесс является энергоёмкой, так как и при предварительной обработке и при основной сушке используется ИКнагрев.

Задачей настоящего изобретения является предложение альтернативного способа получения готовой продукции (кураги) с улучшенными качественными показателями.

Сущность изобретения заключается в том, что раскрыт способ сушки абрикоса включающий инспекцию, мойку, резку абрикоса на две половинки с удалением косточки, предварительную обработку импульсным ИК излучением при длине волны 1,1 мкм в течение 90 с, конвективную сушку, охлаждение и упаковку готового продукта, при котором, после удаления косточек и перед обработкой импульсным ИК излучением продукт погружается в 0,2 -0,4% ный раствор лимонной кислоты в течение 15-20 мин, перед конвективной сушкой продукт выдерживают под давлением 0,6-0,8 МПа при влажности воздуха 47-50 % в течение 4-5 мин с мгновенным сбросом давления.

На фиг. 1 показана технологическая схема известного способа сушки абрикоса (прототип); на фиг.2 - технологическая схема предлагаемого способа сушки абрикоса.

Сущность изобретения поясняется фиг.2. Технологическая схема предлагаемого способа сушки абрикоса состоит из следующих процессов: инспекция абрикосов; мойка; разрезание абрикосов на две половинки; отделение косточек; обработка 0,2-0,4%-ной лимонной кислотой; обработка ИК излучением в импульсном режиме; выдержка плодов под высоким давлением с последующим сбросом давления; конвективная сушка; охлаждение и упаковка.

При инспекции сырья отбирают дефектные экземпляры, сортируют по размерам и сортам вручную. Мойка плодов производится под душем. Далее производится разрезание абрикосов по бороздке на две половинки и выборка косточек. Затем половинки плодов погружают на 15-20 мин в 0,2-0,4%-ный раствор лимонной кислоты для увеличения срока хранения и сохранения первоначального вида продукта. для интенсификации раскрытия клеточной поры обрабатывают ИК излучением при длине волны 1,1 мкм. Половинки абрикоса подвергаются сушке с помощью ИК-излучателей, излучающие лучи с максимальной

длиной волны 1,1 мкм. Плотность лучистого потока 9,2-10 кВт/м². Термообработка производится в прерывистом режиме облучения.

Выбор значения длины волны 1,1 мкм обусловлен тем, что фрукты в области длины волн 0,6-1,1 мкм обладает наибольшей пропускной способностью, и поэтому для эффективного прогрева по всей толщине слоя целесообразно выбирать такой генератор ИК излучения, максимум интенсивности излучения которого находится в диапазоне 1,1 мкм [Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности. М.: Пищевая промышленность, 1966. С.77].

Выбор значения плотности лучистого потока в пределах 9,2-10 кВт/м² обусловлен тем, что уменьшение плотности лучистого потока приводит к увеличению продолжительности процесса термообработки, а увеличение плотности лучистого потока приводит к пережарению поверхности слоя материала, где температура достигает более 90°C. И в первом, и во втором случаях процесс становится более энергоёмким за счет продолжительности процесса (в первом случае), и увеличения мощности теплового потока (во втором случае).

Продолжительность первого облучения 45 с, после чего дают «отлежку» в течение 20 с. После этого необходимо повторное облучение в течение 25 с. Таким образом, продолжительность прерывистой ИК-обработки материала составляет 90 с.

Для ускорения механизма перемещения влаги от внутренних слоёв к поверхности создается перепад давлений. При этом продукт помещается в специальную камеру, где посредством компрессора создается давление 0,6-0,8 МПа при влажности воздуха 47-50% в течение 4-5 мин, затем мгновенно сбрасывается давление. При этом удаляется от 10 до 13 % влаги продукта.

Специальная камера представляет собой герметичную камеру с теплоизоляцией, толщина стенок которой рассчитана на высокое давление до 1,0 МПа. Корпус камеры изготовлен из нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т(Х18Н10Т). Камера связана при помощи воздуховода с компрессором.

Имеется откидной патрубков для мгновенного сброса давления. Внутри камеры на поддонах помещается продукт, а затем дверца камеры плотно закрывается.

Физической основой этого метода является максимальное использование эффекта от интенсивного молярного переноса пара, возникающего после предварительного прогрева влажного материала под давлением и последующего быстрого его снижения. Величина начального давления определяет глубину термообработки материала. Повышение средней температуры тела обеспечивает переход влаги в свободное состояние. В силу этого граница между связанной и свободной влагой при «сбросе» давления смещается в область более низкого влагосодержания. В момент «сброса» давления во всем объеме тела происходит бурное вскипание влаги, между центром и поверхностью образца образуется перепад давления, способствующий формированию направленного к поверхности частицы потока влаги в виде пара. На своем пути поток пара увлекает капельки жидкости, а при встрече со сплошными водяными пробками проталкивает их к поверхности образца. Регулируя процесс вскипания, то есть скорость изменения внутренней энергии влажного материала, можно добиться, чтобы вместе с паром из материала удалялось до 40% влаги в жидком виде (эффект, аналогичный механическому обезвоживанию) [В. А. Лашков, С. Г. Кондрашева. Обзор направлений использования эффекта, возникающего при понижении давления парогазовой среды // Журнал «Вестник Казанского технологического университета», 2011- С.210: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-napravleniy-ispolzovaniya-effektavoznikayuschego-pri-ponizhenii-davleniya-parogazovoy-sredy>].

Конвективная сушка материала производится в ленточной сушилке при температуре сушильного агента (воздуха) 60-65°C в течение 4-5 часов в зависимости от достижения продукта конечной влажности 19-21 %. Далее продукт охлаждается и упаковывается.

Пример 1. Протектированные и очищенные абрикосы разрезали на две половинки и отбирали от косточек. Определили начальную влажность абрикоса ($W_n=82,5\%$). Материал массой 1 кг погружали в 0,2-0,4%-ный раствор лимонной кислоты в течение 15-20 мин и обрабатывали в камере инфракрасной установки, лампы которой излучают ИК-лучи максимальной длиной волны 1,1 мкм при прерывистом режиме облучения (+45-20+25) в течение 90 с плотностью лучистого потока 9,5 кВт/м².

Материал поместили в специальную камеру и посредством компрессора в камере создали давление 0,7 МПа в течение 4,5 мин и мгновенно сбрасывали давление.

Обработанные таким образом половинки абрикоса подвергали конвективной сушке в течение 4,5 часа. Конечная влажность материала $W_k=20\%$.

Пример 2. Для сравнения такое же количество половинчатых абрикоса (1 кг) абрикоса с теми же характеристиками подвергли сушке по следующей технологии: бланшировку паром при температуре 90-92°C 2-4 минуты, обработку на 5-10 мин в 0,5-0,6%-ным раствором сернистой кислоты или бисульфита натрия, либо окуривание SO₂ в течение 2-2,5 ч и сушку на ленточной конвейерной сушилке.

Результаты экспериментов примера приведены в таблице 1

Таблица 1

Показатель	При традиционном конвективном способе сушки	Предлагаемый способ
Продолжительность конвективной сушки, час	10	4,5
Конечная влажность продукта, %	20	20

Цветность	От темно-желтого до темно-оранжевого	От желтого до оранжевого
Консистенция	Твердая, эластичная	Твердая, эластичная

Из результатов экспериментов видно, что при предлагаемом способе сушки конечную влажность продукта можно достичь за 4,5 часа и при этом качество продукта - высокое.

Формула изобретения

Способ сушки абрикоса, включающий инспекцию, мойку, резку абрикоса на две половинки с удалением косточки, предварительную обработку импульсным ИК излучением при длине волны 1,1 мкм в течение 90 с, конвективную сушку, охлаждение и упаковку готового продукта, отличающийся тем, что после удаления косточек и перед обработкой импульсным ИК излучением продукт погружается в 0,2 -0,4% ный раствор лимонной кислоты в течение 15-20 мин, перед конвективной сушкой продукт выдерживают под давлением 0,6-0,8 МПа при влажности воздуха 47-50 % в течение 4-5 мин с мгновенным сбросом давления.

(56)

1. RU2562844;
2. Е.И. Мякинникова, Г.И. Касьянов. Использование электрофизических и газожидкостных технологий для сушки плодового сырья //ISSN 2074-9414. Журнал «Техника и технология пищевых производств». 2015. Т. 37. № 2. С.48-52;
- 3.UZ IAP3373;
4. DE 4010594.

UZ IAP 06748

UZ IAP 06748

Агентство по интеллектуальной собственности при Министерстве юстиции Республики Узбекистан
100011, Ташкент, массив Хадра, 33

Тақдимнома „Дурдона“ нашриёти таҳририятида
таҳрирдан ўтказилди.



Босишга рухсат этилди: 27.01.2023 йил. Бичими 60x84 1/16 ,
«Times New Roman» гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи 2. Адади: 100 нусха. Буюртма № 21.
Гувоҳнома АИ №178. 08.12.2010.

“Садриддин Салим Бухорий” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилди.
Бухоро шаҳри, М.Ивбол кўчаси, 11-уй. Тел.: 65 221-26-45

