

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК - ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.12.2019.Т.101.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ГУЛИСТОН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**УЗАЙДУЛЛАЕВ АКМАЛЖОН ОЛИМОВИЧ**

**МАҲАЛЛИЙ АНОР НАВЛАРИДАН ШАРБАТ КОНЦЕНТРАТИ ОЛИШ  
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

**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**

**Бухоро – 2022**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по  
техническим наукам**  
**Content of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on  
technical sciences**

<b>Узайдуллаев Акмалжон Олимович</b> Маҳаллий анор навларидан шарбат концентрати олиш технологиясини яратиш.....	3
<b>Узайдуллаев Акмалжон Олимович</b> Создание технологии получения сокового концентрата из местных сортов граната.....	21
<b>Uzaydullayev Akmaljon Olimovich</b> Creating a technology for obtaining juice concentrate from local varieties of pomegranate.....	39
<b>Эълон қилинган ишлар рўйхати</b> Список опубликованных работ List of published works.....	42

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК - ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ  
PhD.03/30.12.2019.Т.101.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ГУЛИСТОН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**УЗАЙДУЛЛАЕВ АКМАЛЖОН ОЛИМОВИЧ**

**МАҲАЛЛИЙ АНОР НАВЛАРИДАН ШАРБАТ КОНЦЕНТРАТИ ОЛИШ  
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

**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**

**Бухоро – 2022**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.3.PhD/T2362 рақам билан рўйхатга олинган.**

Докторлик диссертацияси Гулистон давлат университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси ([www.bmti.uz](http://www.bmti.uz)) ва «ZiyoNET» Ахборот-таълим порталида ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)) жойлаштирилган.

**Илмий раҳбар:**

**Баракаев Нусратилла Ражабович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Исабаев Исмаил Бабаджанович**  
техника фанлари доктори, профессор

**Маматов Шерзод Машрабжанович**  
техника фанлари доктори, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти**

Диссертация ҳимояси Бухоро муҳандислик-технология институти ҳузуридаги илмий даража берувчи PhD.03/30.12.2019.Т.101.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил «\_\_» \_\_\_\_\_ соат \_\_\_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 200117, Бухоро шаҳар, Қ.Муртазоев кўчаси, 15. Тел.: (99865) 223-78-84, факс: (99865) 223-78-84, e-mail: [bmti\\_info@edu.uz](mailto:bmti_info@edu.uz)).

Диссертация билан Бухоро муҳандислик-технология институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№\_\_ рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 200117, Бухоро шаҳар, Қ.Муртазоев кўч., 15. Тел.: (99865) 223-78-84).

Диссертация автореферати 2022 йил «\_\_» \_\_\_\_\_ кунини тарқатилди.  
(2022 йил «18» январдаги №3 рақамли реестр баённомаси).

**С.Ф. Фозилов**

Илмий даража берувчи илмий кенгаш раис  
ўринбосари, т.ф.д., профессор

**Р.Р. Ҳайитов**

Илмий даража берувчи илмий кенгаш котиби,  
т.ф.д., кат.ил.ход.

**Ш.М. Ходжиев**

Илмий даража берувчи илмий кенгаш қошидаги  
илмий семинар раиси, т.ф.н., доцент

## **КИРИШ (Фалсафа доктори (PhD) диссертация аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти.** Бугунги кунда дунёда жумладан, Ҳиндистон, Эрон, Хитой, Туркия, АҚШ, Покистон, Афғонистон шунингдек Ўзбекистонда анорни қайта ишлаш корхоналарида юқори даражада ўсиш кузатилмоқда. Қишлоқ хўжалик хом ашёларини комплексли қайта ишлаш корхоналарида мураккаб конструкцияли, юқори энергия сарфини талаб қиладиган аппарат ва қурилмалардан фойдаланиб келинмоқда. Шунга кўра анорни қайта ишлаш, экспортбоб маҳсулотлар ишлаб чиқаришда замонавий техника ва технологияларни яратиш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳонда таркиби углевод, витамин ҳамда микро ва макроэлементларга бой бўлган мева-сабзавотларни қайта ишлаш жараёнларини такомиллаштириш, замон талабларига мос техника ва технологияларни яратиш бўйича илмий ишлар олиб борилмоқда. Шу билан бирга, мева-сабзавотларнинг шарбатларини олишнинг юқори самарали усули ва технологияларини яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизнинг озиқ-овқат саноатида мева-сабзавотларни сақлаш ва қайта ишлаш технологияларини жорий қилиш, анор навларидан самарали фойдаланиш орқали экспортбоб шарбатлар ишлаб чиқариш бўйича муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида «...таркибий ўзгартиришларни чуқурлаштириш ва қишлоқ хўжалиги ишлаб чиқаришини изчил ривожлантириш, мамлакат озиқ-овқат хавфсизлигини янада мустаҳкамлаш, экологик тоза маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кенгайтириш, аграр секторнинг экспорт салоҳиятини сезиларли даражада ошириш<sup>1</sup>» бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада маҳаллий хом ашёлар асосида экспортбоб маҳсулотлар ишлаб чиқариш технологияларини яратишга йўналтирилган илмий-тадқиқотлар муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 4 мартдаги ПФ-4707-сон «2015-2019 йилларда ишлаб чиқаришни таркибий қайта ўзгартириш, модернизациялаш ва диверсификациялашни таъминлаш бўйича тадбирлар дастури ҳақида»ги, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2015 йил 29 августдаги 251-сонли «Ўзбекистон Республикаси аҳолисини 2015-2020 йилларда сифатли озиқ-овқат билан таъминлаш бўйича тадбирлар концепцияси ва комплексини тасдиқлаш тўғрисида»ги, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 6 январдаги ПҚ-2716 сонли «2017-2018 йилларда мева-сабзавот маҳсулотларини сақлаш ва чуқур қайта ишлаш қувватларини ташкил этишни ривожлантириш бўйича кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги фармон ва қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги ПФ-4947-сонли фармони

тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг 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.** Анор мевасини қайта ишлаш орқали шарбат олиш, уни тиндириш, сифат кўрсаткичларини яхшилаш, тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш унумдорлигини оширишга оид тадқиқотлар хорижлик олимлар А.С. Карашарли, Л.Б. Габассова, Т.А. Лисогор, Джорж Абдалла Ботрус, Г.К. Гафизов, Л.Г. Семочкина, Бенамара Салем, Хайдар Хасан ва бошқалар томонидан олиб борилган.

Қишлоқ хўжалик хом ашёларига ишлов бериш, тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришга оид маълумотлар республикамиз олимлари С.Х.Абдураззакова, Ж.М. Қурбонов, Қ.О. Додаев, Ф.Х. Эшматовларнинг ишларида қайд этилган.

Анор шарбати таркибидаги витамин ва оксилларни сақлаб қолиш, шарбатнинг юқори шаффофлик даражасини таъминлаш, анор шарбатидан олинган маҳсулот ассортиментини оширишга қаратилган технологик тизимларни яратиш масалалари етарлича даражада олиб борилмаган. Шунга кўра анор шарбатига ишлов беришда ўта юқори частотали электр магнит майдон таъсирида пастеризациялаш жараёнини ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш муҳим илмий-амалий аҳамият касб этади.

**Тадқиқотнинг мақсади** маҳаллий анор навларидан шарбат концентрати олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

республикамизда етиштириладиган анор мевасидан шарбат ишлаб чиқариш технологиясини таҳлил қилиш;

ўта юқори частотали (ЎЮЧ) электромагнит майдон таъсирида шарбат таркибидаги микроорганизмлар фаолияти тўхтатилишини асослаш имконини берувчи ЎЮЧ пастеризатор қурилмасини ишлаб чиқиш;

анор шарбатини сифатли тозалашда ҳамда тиниқлик даражасини оширишда флотация усулини қўллаш ва жараённи амалга оширувчи икки камерали электрофлотатор қурилмасини яратиш;

электрофизикавий қурилмалар ёрдамида анор навларининг диэлектрик ўтказувчанлик хоссасига кўра анор шарбатининг тозаланганлик даражасини аниқлаш;

пастеризациялаш ҳамда электрофлотатор қурилмаларини жорий қилиш асосида анор мевасидан шарбат олиш технологик тизимини такомиллаштириш;

юқори сифатли анор шарбатини ишлаб чиқаришда электрофизикавий қурилмаларнинг муҳандислик ҳисоби ва иқтисодий самарадорлигини

ҳисоблаш услубини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида анор меваси ҳамда уни қайта ишлаш натижасида олинадиган анор шарбати ва концентрати олинган.

**Тадқиқотнинг предмети**ни анор мевасидан сифатли шарбат олишга мўлжалланган ўта юқори частотали электромагнит майдон таъсирида ишловчи пастеризациялаш қурилмаси ва шарбатни электрфлотациялаш жараёни ёрдамида тозалаш усуллари ташкил этган.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот ишида физик, кимёвий, электрофизикавий услублар, реактивлар тайёрлаш, қуруқ моддани аниқлаш, умумий ва фаол кислоталиликни аниқлаш услубларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

ўта юқори частотали (ЎЮЧ) электромагнит майдон таъсирида анор шарбати таркибидаги микроорганизмалар фаолиятини тўхтатишнинг афзалликлари асосланган ва ЎЮЧ пастеризатор қурилмаси ишлаб чиқилган;

анор шарбатини сифатли тозалаш жараёнида флотация услубини қўллашнинг афзалликлари асосланган ва икки камерали электрофлотатор қурилмаси ишлаб чиқилган;

шарбат маҳсулотларини сифатли тозалаш жараёни учун таклиф этиладиган электрофизикавий қурилмаларни қўллаш орқали маҳаллий анор навларининг диэлектрик ўтказувчанлиги аниқланган;

маҳаллий анор мевалари асосида шарбат ва концентрат олиш технологияси такомиллаштирилган;

сифатли шарбат маҳсулотлари ишлаб чиқариш учун таклиф этилаётган электрофизикавий қурилмаларининг иқтисодий самарадорлиги ҳисоблаш услуби ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:**

анор шарбатини пастеризациялашда ЎЮЧ ЭММ энергиясидан фойдаланиб микроорганизмларнинг интенсив фаолиятини тўхтатиш жараёни яратилган;

анор шарбатини электрофлотация жараёни ёрдамида сифатли тозалашнинг рационал тизими яратилган;

шарбат маҳсулотларини пастеризациялаш учун электрофизикавий қурилмаларни ишлаб чиқишда маҳаллий анор навларининг диэлектрик ўтказувчанлиги аниқланган;

анор шарбати ва концентрати ишлаб чиқариш технологик тизимлари ЎЮЧ пастеризатор ҳамда электрофлотатор қурилмаларини қўллаш орқали такомиллаштирилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** тадқиқот натижаларини олишда юқори аниқликдаги рН-метрлар, электрон титрантлар ва аналитик тарозилардан фойдаланилганлиги, MATLAB 6.5, STATISTICA 6.0 каби тизимли компьютер дастурларидан фойдаланилган, назарий ва тажриба натижаларининг адекватлилиги аниқланган, тадқиқотларнинг ижобий натижалари уларнинг реал ишлаб чиқариш маълумотлари билан қиёсий

тахлили ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти анор меваларидан шарбат ва концентрат ишлаб чиқаришда электр магнит майдон энергиясидан фойдаланиб, ЭММ энергиясининг иссиқлик эффекти асосида микроорганизмларнинг фаолиятини тўхтатилиши, ЎЮЧ пастеризациялашда тўлқин узунлиги шарбатнинг диэлектрик ўтказувчанлигига боғлиқлиги билан изоҳланади. Шарбат маҳсулотларини электрофлотация усули ёрдамида тозалаш жараёни электрофлотатор қурилмасидаги ток зичлигига боғлиқлиги, ушбу жараён шарбатнинг физикавий кимёвий таркибига сезиларли даражада таъсир этмаслиги билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг амалий аҳамияти шундан иборатки, анор шарбатининг пастеризациялаш жараёни жадаллашади, ишлаб чиқаришда санитария гигиеник ҳолат яхшиланади, шарбатларни электрофлотация ёрдамида коллоид заррачалардан тозалаш орқали сифат кўрсаткичи яхшиланади ҳамда халқаро спецификация талабларига мос анор шарбати ва концентрати ишлаб чиқаришга хизмат қилади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Маҳаллий анор навларидан шарбат концентратини олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

анор шарбатини ЎЮЧ пастеризациялаш қурилмаси «Master Global Plus» корхонасида амалиётга жорий этилган («Ўзбекистон Озиқ-Овқат Саноати Уюшмаси»нинг 2021 йил 16 декабрдаги 16-127/12-21-сон маълумотномаси). Натижада, анор шарбати сифатига, сақланиш муддатига таъсир этувчи микроорганизмлар фаолиятини тўхтатишига эришиш имконини берган;

анор таркибини қўшимчалардан тозалашга мўлжалланган электрофлотатор қурилмаси «Master Global Plus» корхонасида амалиётга жорий этилган («Ўзбекистон Озиқ-Овқат Саноати Уюшмаси»нинг 2021 йил 16 декабрдаги 16-127/12-21-сон маълумотномаси). Натижада, анор шарбатини 98 фоизга тозалаш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 2 та халқаро ва 3 та Республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 13 та илмий иш нашр этилган. Шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган илмий нашрларда 4 та мақола, хорижий журналларда 1 та мақола ва республика журналларида 3 та мақола нашр этилган.

**Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 116 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, мақсади ва вазифалари, тадқиқот объекти ҳамда предмети ифодаланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ҳамда амалий натижалари баён этилган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, назарий ва амалий қиймати очилган, ишлаб чиқаришга жорий этилиши ҳақида маълумотлар келтирилган, чоп этилиш даражаси ва диссертация ишининг тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Ўзбекистонда анор мевасидан шарбат олиш қайта ишлови технологиясининг аналитик таҳлили**» деб номланган биринчи бобида, Ўзбекистонда анор мевасидан шарбат олиш технологиясининг аналитик таҳлили амалга оширилган. Анор мевасининг кимёвий таркиби ва ундан ишлаб чиқариладиган шарбатнинг сифатини яхшилаш бўйича хозирга қадар олиб борилган тадқиқотлар ўрганиб чиқилган. Анор мевасини комплекс қайта ишлаш техника ва технологияларидаги муаммолар чуқур таҳлил қилиниб, анор мевасини қайта ишлов бериш технологияси такомиллаштирилиши ва ишлаб чиқарилаётган шарбатларнинг сифатини яхшилашда электрофизикавий методларнинг қўлланилиши қайд этилиб, тадқиқотнинг асосий концепцияси шакллантирилган.

Диссертациянинг «**Анор мевасини қайта ишловида ўта юқори (ЎЮЧ) электромагнит майдони энергияси ёрдамида пастеризациялаш**» деб номланган иккинчи бобида, анор мевасидан шарбат ишлаб чиқариш технологиясидаги пастеризациялашда ЎЮЧ ЭММ энергиясидан фойдаланиш асосланган. Бунда, биообъектнинг ЎЮЧ ЭММ, ҳажмий қуввати  $P_v^o$ : (Вт/м<sup>3</sup>):

$$P_v^o = 0,278 \cdot 10^{-10} E^2 \cdot f \cdot \varepsilon'' \quad (1)$$

$E$ -электр майдон кучланиши, Вт/м;  $f$ -электромагнит майдон частотаси Гц,  $\varepsilon''$  йўқотиш фактори  $\varepsilon'' = \varepsilon' \operatorname{tg} \delta$ ;  $\operatorname{tg} \delta$  диэлектрик йўқотиш бурчаги ҳисобланади.

Агар хужайранинг юзи, тақрибан  $10^{-8}$  см<sup>2</sup> бўлса, электромагнит майдони таъсирдан олган иссиқлик  $Q$  миқдори:

$$Q = 8,38 \cdot 10^{-32} \delta_{об} \cdot f^2 \cdot \varepsilon^2 \cdot \tau \quad (2)$$

$\delta_{об}$ - биообъектнинг солиштирма ўтказувчанлиги См/м;  $f$ -майдон частотаси, Гц;  $\varepsilon$ -электр майдоннинг кучланиши Вт/м;  $\tau$ - вақт/с.

Бу икки қонуният ёрдамида вақт бирлигида биообъектнинг  $\Delta t$  қизишига кетадиган  $P_s$  солиштирма майдон қуввати ва кучланишини  $E$  аниқлашимиз мумкин бўлади:

$$E = \sqrt{\frac{m \cdot C_{об} \cdot \Delta t \cdot 10^6}{8,38 \sigma_{об} \tau} \cdot \frac{1}{f}} \quad (3)$$

$$P_s = 1,2 \cdot 10^{31} \frac{m C_{об} \cdot \Delta t}{\sigma_{об} f^2 \tau \cdot R_0} \quad (4)$$

Бунда,  $E$ –Вт/м;  $P_s$ -Вт/м<sup>3</sup>;  $R_0$ -бўш муҳитнинг қаршилиги, Ом.

Агар биз, биологик объект хужайрасининг тахминий тавсифини:  $m=10^{-15}$  кг;  $C_{об}=4190$  Дж/кг °С;  $\sigma_{об}=(5 \cdot 10^{-15} \text{ соат } 2 \cdot 10^{-4})$  см/м десак, унда  $f=3 \cdot 10^9$  Гц, частотада  $\tau = 60$  с. да хужайрани 1 °С га иситиш учун солиштирма майдон қуввати  $P_s=300$  мкВт/см<sup>2</sup> тенг бўлади. Бу эса, хужайрага ЭММ энергиясининг таъсир чегараси ҳисобланиб, бундан паст ҳарорат биокимёвий кинетика реакциялари натижасида содир бўлади.

Албатта микроорганизмларнинг “яшаши” унга ЎЮЧ ЭММ таъсирида хужайрадаги иссиқлик миқдорига боғлиқ. Агар, биз уни  $P_{кл}$ -ЭММ томонидан хужайрага берилган қуввати, Вт; деб олсак:

$$P_{кл} = 2\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot f \cdot \varepsilon''_{кл} \cdot \varepsilon_{кл}^2 \cdot V_{кл} \quad (5)$$

бунда:  $\varepsilon_0$ -вакуумнинг диэлектрик ўтказувчанлиги  $8,85 \cdot 10^{-12}$  ф/м;  $\varepsilon''_{кл}$ -хужайранинг комплекс диэлектрик ўтказувчанлиги;  $V_{кл}$ -хужайра ҳажми, м<sup>3</sup>,  $f$ -майдон частотаси, Гц;

ЭММнинг хужайрага иссиқлик характеридаги таъсирида микроорганизмларнинг ЎЮЧ ЭММда “яшаш”ини экспоненциал қонун билан ифодаланади:

$$N=N_H \exp(B \cdot \tau) \quad (6)$$

Бунда:  $N$ -ҳозирги вақтда микроорганизмлар хужайралар сони;  $N_H$ -хужайра бошланғич сони;  $B$ -микроорганизмларнинг “фаолиятини тўхтатиш” параметри бўлиб, унинг миқдори микроорганизмларнинг ҳаётга қанчалик мослашувига, ҳароратига, тури, хили ва бошқаларга боғлиқ бўлади.

Таҳлиллар шуни кўрсатдики, микроорганизмлар фаолиятининг тўхташ тезлиги майдон қувватига, частотасига, муҳитдаги концентрациясига ва диэлектрик ўтказувчанлигига  $a_\varepsilon$  нисбатига боғлиқ. Агар  $a_\varepsilon < 1$  бўлса,  $C_v$  концентрация камайиши ва микроорганизмлар фаолияти тўхташ тезлигининг ошишини  $a_\varepsilon > 1$  бўлса,  $C_v$  камайиши пасаяди. Шунингдек, микроорганизмлар фаолиятининг тўхташ тезлиги  $\varepsilon''$  нинг катта ва кичиклигига боғлиқ бўлади.

Шунинг учун, биз эксперимент ўтказиш методи билан анор мевасининг диэлектрик ўтказувчанлигини аниқладик, олинган ва ҳисобланган маълумотлар 1-жадвалга келтирилди.

## 1–жадвал

### Анор мевасининг диэлектрик ўтказувчанлиги

Т/р	Анор навлари	Шарбат миқдори, %	Диэлектрик ўтказувчанлик $f=2300$ мГц $t=20$ °С		
			$\varepsilon'$	$\varepsilon''$	$tg\delta$
1	Қозоқи анори	40-45	60,2	16,1	0,27
2	Қизил анори	45-50	61,3	17,2	0,28
3	Аччиқ қай анори	25-30	56,7	15,4	0,27
4	Қора қай анори	30-35	59,6	15,8	0,26
5	Асл қай анори	25-30	57,1	14,9	0,26
6	Пушти гулоша (оқ пўчоқ ширин)	20-25	53,8	14,3	0,28

ЎЮЧ ЭММ энергиясининг анор шарбатини пастеризация хусусиятини экспериментал аниқлашда унинг бактерицид ва микоцидли таъсири аниқланди.

ЎЮЧли ва оддий иситиш пастеризацияси, стерилизацияси (*V.Mesentericus*) учун, бошланғич концентрацияси  $2,2 \cdot 10^2$  хужайра сони/см<sup>3</sup> ва  $2,5 \cdot 10^3$  хужайра сони/см<sup>3</sup> билан солиштириб кўрилганда, иситиш тезлиги икки методда ҳам бир хил қийматни  $0,8 \text{ } ^\circ\text{C/сек.}$  ташкил этди. ЎЮЧ иситишда микроорганизмлар концентрациясида оддийга нисбатан камайиши аниқланди (2-жадвал).

## 2-жадвал

### Моғорли микроорганизмлар ҳаётига оддий ва ЎЮЧли иситиш таъсири

Микроорганизмлар бошланғич концентрацияси хужайра сони/см <sup>3</sup>	Муҳитнинг сўнгги ҳарорати $^\circ\text{C}$	Ишлов бериш давомийлиги, сек.	Микроорганизмлар концентрацияси хужайра сони/см <sup>3</sup>	
			ЎЮЧли иситиш	Оддий иситиш
$2,0 \cdot 10^2$	65	90	12·10	$2,2 \cdot 10^2$
$2,5 \cdot 10^3$	65	90	22	$4 \cdot 10^3$
$2,0 \cdot 10^2$	70	95	3	$8 \cdot 10$
$2,5 \cdot 10^3$	70	95	5·10	$11 \cdot 10^2$
$2,0 \cdot 10^2$	75	100	0	$4 \cdot 10$
$2,5 \cdot 10^3$	75	100	0	$4 \cdot 10^2$

Агар, *V.Mesentericus* микроорганизми фаолиятини тўлиқ тўхтатиш тўлиқ учун 100 сек. кетса, *Candida mycoderma* учун 30 сек. етарли бўлади.

Иситиш темпининг оширилиши пастеризация жараёнини муддатини кескин камайтиради. Лекин, микроорганизмлар “фаолиятини тўхтатиш” температурасини кўтаради. Шунинг учун, шарбатлар турига қараб турлича бўлади.

ЭММ энергияси таъсирини муддатининг оширилиши, унинг кимёвий ва органолептик кўрсаткичларига кўп ҳам таъсир кўрсатмайди (3-жадвал).

## 3-жадвал

### ЭММ энергияси таъсири муддатининг оширилишининг унинг кимёвий кўрсаткичларига таъсири

Хужайрага иссиқлик таъсирчанлик эффективлиги	Кимёвий таркиби								SO <sub>2</sub> мг/г	
	Қанд %		СО <sub>2</sub> микдори		Спирт % об		рН		70	10
	0	10	7,0	8,7	10,5	12	2,8	3,11		
$\varepsilon'$	60,0	57,6	60,1	59,2	60,1	58,2	59,3	60,3	60,2	59,4
$t_b$	1,45	1,78	1,47	1,47	1,42	1,52	1,51	1,49	1,44	1,47

Ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, ЎЮЧ ЭММ энергиясини шарбатларга эффектив қўллаш билан улардаги микроорганизмларни паст

температурада (55-60 °C) ўтказилиб, “фаолиятини тўхтатиш” имкониятини яратади, жараёни (10-15) мартаба тезлаштиради ва энергия тежамкорлигига олиб келади. Шунингдек, микроорганизмлар концентрациясининг яшаши  $a_e$  нисбатига боғлиқ: агар  $a_e < 1$  бўлса,  $C_b$  концентрациясининг камайиши, микроорганизмлар ўлиш тезлигини кўтаради.  $a_e > 1$  бўлиб  $C_b$  камайса у пасаяди. Анор мевасининг диэлектрик ўтказувчанлиги мевадаги шарбат миқдорига боғлиқ ҳолда ЭММ частотаси  $f=2300$  мГц  $t=20$  °C да  $\varepsilon'-53,8-61,3$  гача ва  $\varepsilon''-14,3-17,2$  гача,  $tg\delta-0,26-0,28$  гача ўзгарилиши экспериментал аниқланди.

**Диссертациянинг «Анор шарбатини электрофлотация ёрдамида сифатли тозалаш»** деб номланган учинчи бобида, гетероген суюқлик ҳисобланган шарбатларни тозалашда: тиндириш, центрофугалаш, филтрлаш, экстракция, сорбция ва флотация методларини қўллаш мумкинлиги таҳлил этилиб, ҳозирги вақтда электрофлотация методининг афзаллиги физик-механик, электрик қонуниятлар асосида изоҳланади.

Электрофлотация жараёнида, анор шарбатини коллоид заррачалардан тозаланишини физик-механик, электрик қонуниятлари асосида асосланишида, жараёнда фақат катоддан ажралиб чиққан пуфакчалар қатнашади деб қабул қилинди, унда пуфакчалар массаси  $m$  Фарадей қонунига асосан:

$$m = aI\gamma t \quad (7)$$

бунда:  $a$ -газнинг электрохимёвий эквиваленти, кг/Ас;  $I$ -ток кучи, мА.;  $\gamma$ -ток бўйича чиқиши;  $t$ -жараёнининг давомийлиги, сек. Ўзгармас ток кучида, пуфакчалар зичлиги  $\rho_2$  (кг/м<sup>3</sup>), ҳажми  $V$  булса:

$$m = \rho_r \cdot VN = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_2 N \quad (8)$$

Унда, катоддан ажралиб чиққан пуфакчалар сони  $N = \frac{3aI\gamma t}{4\pi r^3 \rho_r}$  тенг бўлади. Шунингдек, пуфакчалар тезлиги  $v$  (м/с), пастдан юқоригача бўлган масофа  $H$ -бўлганда, уларнинг ўтиш вақти  $t = \frac{H}{v}$  тенг бўлади.

Электрофлотаторнинг тўлиқ пастки қисмини эгаллаган ва кўндаланг кесимидаги ток зичлиги бир хил бўлганлиги учун пуфакчалар бир текисда суюқлик ҳажми бўйича тарқалган десак, ҳажм бирлигидаги пуфакчалари қуйидагича аниқланади:  $n = \frac{N_0}{HS}$ ; бундан,  $N_0 = nHS$ ;  $n$  - пуфакчалар концентрацияси;  $S$ -кўндаланг кесим юзаси, м<sup>2</sup>. Агар, ток зичлиги, мА/м<sup>2</sup>:  $i = \frac{I}{S}$  десак, унда катоддан юзага ҳаракат қилаётган доимий пуфаклар сони

$$N_0 = \frac{3aI\gamma t_0}{4\pi r^3 \rho_r} \quad (9)$$

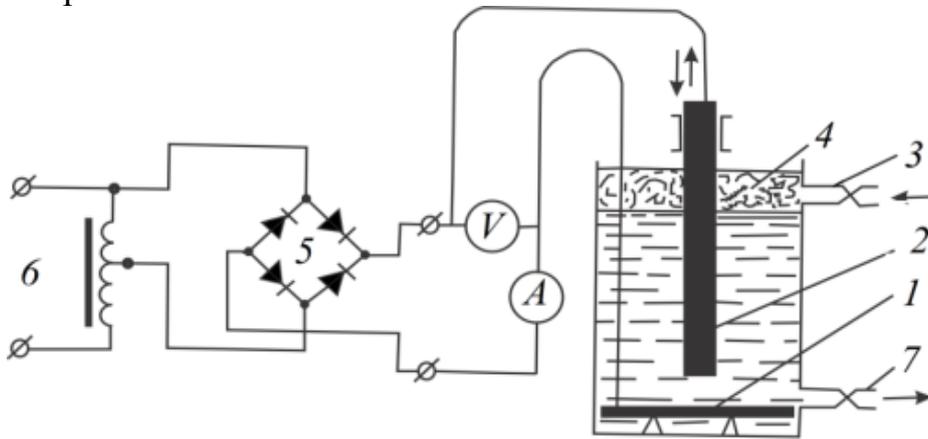
Олинган  $t_0$ ,  $N_0$ ,  $I$  натижаларни ушбуга қўйилиши натижасида  $n$  нинг формуласини аниқлаймиз

$$n = \frac{3a \cdot i\gamma}{4\pi r^3 \rho_r \vartheta} \quad (10)$$

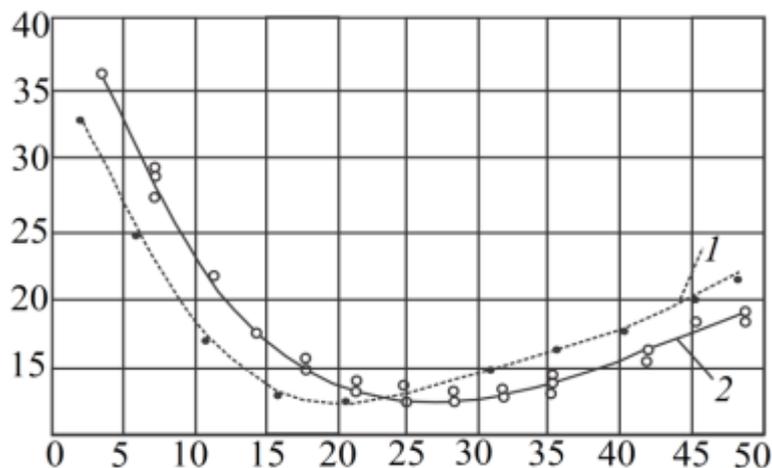
пуфакчалар ўртача ҳажми ўзгармас десак, ушбу формуланинг ўнг томондаги барча кўрсаткичлар доимий бўлиб (A), фақат ток зичлиги ўзгарувчан бўлиб, жараёни бошқариш мумкин бўлади:  $n = AI$ ;  $A = \frac{3a\gamma}{4\pi r^2 \rho_r \vartheta}$  – яни, ток кучини ўзгартириш билан n ни ва жараён тезлигини ҳам бошқариш мумкин.

Агар  $\rho_2$  ҳисоблаш билан топилса,  $\nu$  ва  $\gamma$  экспериментал йўл билан аниқланади. Умуман олганда пуфакчалар размери ва ҳаракат тезлиги ток зичлигига боғлиқ бўлади, амалий ишларда пуфакчалар радиуси ток зичлигига боғлиқ эмас. Келтирилган кўрсаткичлар асосида  $B=0,043\text{см}^2/\text{а}$  га тенг.

Юқорида келтирилган назарий ишланмаларнинг, амалий тажрибада кўриш учун, анор шарбатини тозалаш экспериментал тадқиқоти ўтказилди. Электрофлотация изланиш лаборатория стендининг принципиал схемаси 1-расмда келтирилган.



**1-расм. Электрофлотация лаборатория стени**



Ток зичлиги,  $\text{mA}/\text{см}^2$   
1-Анор шарбати; 2- Узум шарбати.

**2-расм. Пастеризацияланган шарбатнинг электрофлотацион тозалаш тезлигининг ўзгириши ва ток зичлигига боғлиқлиги**

Электрофлотация лаборатория тадқиқот стенди (1-расм): 5 л. ли цилиндрсимон (1,2) электродлар (катод-2 мм калинликдаги алюминийдан анод графитдан) шиша идиш (3), анор шарбати (4), доимий ток манбаи (5), лаборатория автотрансформатори (6), ва тозаланган анор шарбатини йиғувчи идиш (7) ва термометр, ўлчов бошқарув приборлари (амперметр, вольтметр) дан ташкил топган.

Электродларнинг (пластина, стержен) идишда рационал жойлаштириш мақсадида, уларнинг турли шаклда: параллел катод идишнинг тубида, анод унинг устида, ёки тескариси, шунингдек идишнинг баландлиги бўйлаб, ёки иккаласи ҳам тубида ёки устки қисмда қўйилиб тажрибада ҳосил бўладиган пуффакчалар оқимининг бир маромлиги, тезлиги ва размери кузатилди ва натижада катоднинг пластина шаклида идишнинг тубида ва аноднинг стержен шаклида вертикал идиш марказида ўрнатилиши рационал эканлиги тасдиқланди. Шунингдек, катод ва аноднинг турли материаллар: алюминий, пўлатдан, графитдан, мисдан ва бошқа рангли металллар синалиб катоднинг алюминий, аноднинг графитли прессланган стержен бўлиши танланди. Бунда, шарбатда электрод материалларининг таъми, ҳиди ва бошқа унсурлари ўтмаслиги, иқтисодий жиҳатдан самаралилиги инобатга олинди. Электродлар пластина шаклида бўлса, улар нисбатан паст кучланишда ишлайди ва энергия тежамкорлиги ошади.

Электрофлотация жараёнига ток кучининг таъсирини ўрганишда (шарбат ҳарорати 45-50 °С) жараён тезлиги ток кучини 3,2 дан 50 мА/см<sup>2</sup> гача ўзгартирилиб, тозалашнинг ток зичлигига боғлиқлиги аниқланди ва уни узум шарбати учун олинган натижа билан қиёсий таҳлил этилди (2-расм).

Экспериментал маълумотлар таҳлили шуни кўрсатяптики, ток зичлигининг кичик миқдорида (2-5 мА/см<sup>2</sup>) жараён секин боради (30-34 дақиқа) ва бу вақтда шарбат газли пуффакчалар билан кучсиз тўйинади, пуффакчалар концентрацияси анча кам бўлади, ток зичлигининг кўпайиши билан жараён тезлиги ошиб, пуффакчалар концентрацияси ошади. Анор шарбати учун 15-20 мА/см<sup>2</sup>, узумда 20-25 мА/см<sup>2</sup> оптимал режим ҳисобланиб, бундан кўпайиб бориши билан, бир қисми флотацияга қўшилади, қолганлари муаллақ заррачаларсиз шарбат оқимини вужудга келтиради, кўпикни зичлигини оширади ва флотация сифатини пасайтиради.

Шарбат ҳарорати 20 дан 50 °С оралиғида кузатилиб, ток зичлигини 18 мА/см<sup>2</sup> да ушлаб турилди ва унинг давомийлик орасида боғлиқлиги аниқланди, 5 дан 18-20 °С гача бўлган юқори температурада флотация тезлиги сезиларли даражада ошади. Чунки, муаллақ зарралардаги оқсил моддалари қиздирилганда, гидрофилик хусусиятларини йўқотади ва гидрофобликни қўлга киритади, бу эса пуффакчаларига ёпишиши учун шароит яратилади.

Электрофлотацияда шарбат катламининг баландлиги бўйича, тажрибада, шарбатлар идиш баландлиги бўйича қисмларга тақсимланди, синовдан олдин шарбатни (20 °С) катод устидан 70 см гача солинди. Биринчи уч тажрибада ток зичлиги 25 мА/см<sup>2</sup> га тенг бўлиб, 0, 20, 60 ва 70 см баландликда катод

устида жойлашган суюқлик қатламида электрофлотация тезлиги тавсифланди (5-жадвал).

### 5-жадвал

#### Муаллақ зарраларнинг электрофлотация баландлиги буйича тезлигининг ўзгариши

Тажриба рақами	Жараёнинг давомийлиги, дақ.	Турли хил баландликдаги мутлоқ зарралар концентрацияси (% ларда)				Тажриба рақами	Жараёнинг давомийлиги, дақ. 80 см	Турли хил баландликдаги муаллақ зарралар концентрацияси (% ларда)			
		0	20 см	60 см	70см			0	20 см	60 см	70 см
1	0	3,3	3,3	3,3	3,3	3	8	2,2	2,2	2,8	2,8
	4	1,8	2,5	3,0	4,0		12	0,8	0,8	0,8	1,2
	8	0,8	1,6	2,5	2,8		0	4,5	4,0	4,0	4,0
	12	0,8	0,8	0,8	0,8		6	3,8	3,8	4,2	4,2
	16	0,8	0,8	0,8	0,8		10	3,2	3,8	3,8	3,8
2	0	3,8	3,8	3,8	3,8	3	14	1,9	1,9	2,2	2,2
	4	2,7	3,6	3,6	4,1		18	0,9	0,9	0,9	1,3

Шундай қилиб, катодга улашган ( $H=0$  см) суюқлик қатламидан 4 дақ сўнг, ўртача 30-40 % таъсирланган зарралар флотацияланган бўлади. Шу вақтнинг ўзида катод устидан 20 см баландликдаги мавжуд бўлган суюқлик қатлами 20 % га яқин, суюқлик ичидаги қатлам эса 70 см 11 % дан кам флотацияланган бўлади. Шундай қилиб, катод устидаги суюқлик қатлами қанча юқори бўлса, электрофлотация жараёни тезлиги ҳам шунча паст бўлади. Ҳажми буйича муаллақ зарралар концентрацияси бир хил тавсифланди: 1 % га, бошқаларда 0,5 ва 2,0 % га тенг бўлди. Биринчи тажрибада жиҳоз 50 дақиқа ишлаган бўлса ҳам охириги 38 дақиқада ҳам суюқликдаги зарралар концентрацияси ўзгармади ва 1 % тенг бўлиб қолаверди. Баъзи бир ҳолатларда ишлов берилаётган суюқлик 70 см баландликда 4 дақиқадан сўнг муаллақ зарралар ҳажмининг ошиши кузатилди.

Анор шарбати билан ўтказилган учинчи тажриба муаллақ зарраларнинг бошланғич таркиби 3,8 % га яқин бўлган. Олинган маълумотлардан кўриниб турибдики, муаллақ зарралар концентрацияси ошиши билан электрофлотация тезлиги электрофлотацион жиҳознинг барча баландлиги буйича секинлашади. Суюқликни тўлиқ тозалаш учун вақт 12 дан 18 дақиқагача ошиб борди.

Электрофлотация кинетикасида шарбатда мавжуд бўлган муаллақ зарраларнинг табиати ҳам сезиларли даражада таъсир кўрсатиши кузатилди, анорнинг уруғига нисбатан пўсти, пардаси тезроқ флотацияланади.

Экспериментал маълумотлардан олинган ток зичлигининг мақбул вариантыда катоддан ажралиб чиққан водород массасини ҳисоблаганда,  $1 \text{ см}^2$  юзали катоддан 0,3 мг водород, бу 3 мг.дан кам сувнинг парчаланишига ва

ажралишига, идишнинг баландлиги 70 см ҳажмдан иборат бўлса, шарбат массасининг 0,003 % дан кўп бўлмаган тоза суви йўқотилади.

Электрофлотация тозалашда ток зичлиги (1-тажриба серияси) 15 мА/см<sup>2</sup> ва 50 мА/см<sup>2</sup> (2-тажриба серияси)да таҳлил натижалари келтирилган. (6-жадвал). Маълумотларидан кўришиб турибдики, анор шарбатидаги кўрсаткичларда муҳим ўзгаришлар мавжуд эмас. Электрофлотация жараёнида куруқ моддалар, шакар, титрланган кислота, дубилли ва буёвчи моддалар, темир, калций ва витаминларда сезиларли даражада ўзгаришлар содир бўлмайди.

Анор шарбатининг кимёвий таркибидаги электрофлотация жараёнларнинг хусусиятлари бўйича қўшимча маълумотларни олиш учун ультрабинафша ва инфрақизил нурланиш ёрдамида текшириш олиб борилди.

### 6-жадвал

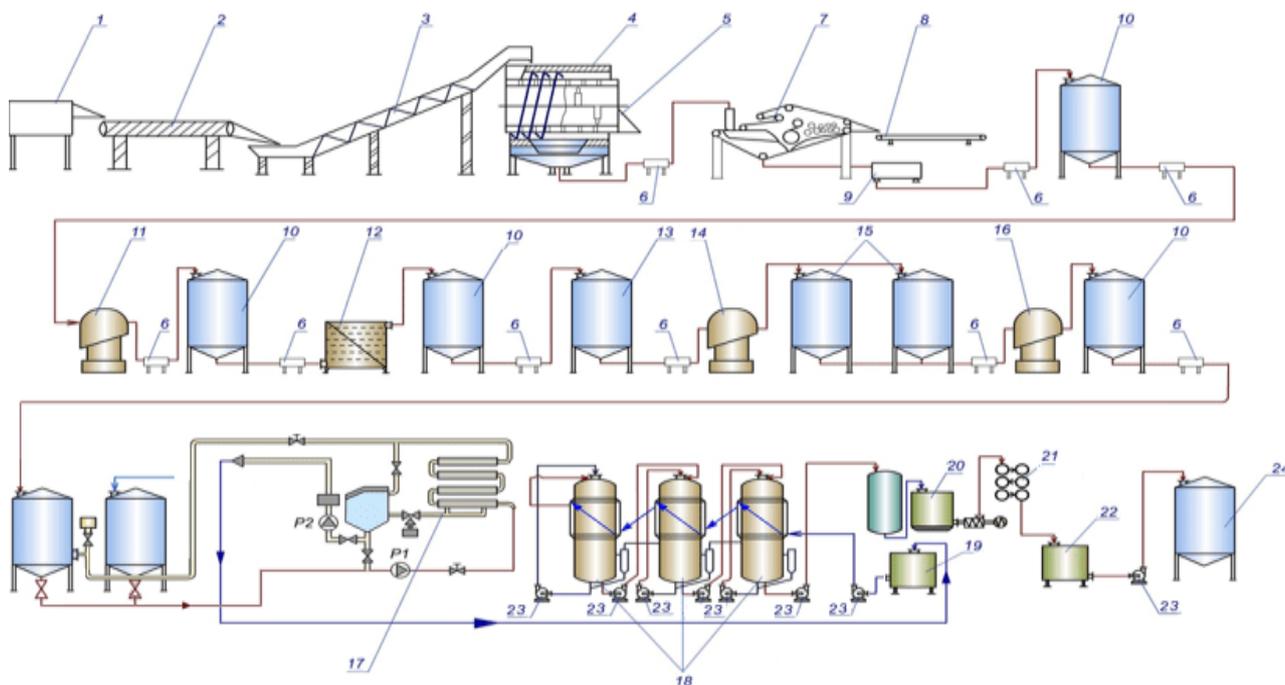
#### Анор шарбатининг электрофлотациягача (1) ва ундан сўнги (2) кимёвий таркиби

Тажриба серияси	Намуналар рақами	Сараланган намуналарнинг баландлиги, см	Куруқ моддалар, %	Шакар, %	Титрланган кислота %	Дубилли ва буёвчи моддалар, г/л	Кислоталиги, %	рН	Fe, мг/ 100 г	Са мг/ 100 г.	Витаминлар, мг %.			
											Аскорбин кислотаси -С рН 5,0	Тиамин-В <sub>1</sub> , мг% рН 7,5,	Рибофловинин	придоксин
1	1	0	21,0	18,5	1,29	1,12	1,8	3,35	0,15	0,22	12	0,22	0,15	0,4
	2	70	21,0	18,6	1,29	1,11	1,8	3,35	0,15	0,22	11	0,22	0,15	0,4
	3	0	21,0	18,3	1,29	1,12	1,8	3,35	0,14	0,21	10	0,22	0,15	0,4
	4	20	21,0	18,3	1,29	1,11	1,9	3,3	0,14	0,21	11	0,21	0,14	0,4
	5	60	21,0	18,6	1,29	1,12	1,6	3,3	0,14	0,21	10	0,21	0,15	0,4
	6	70	21,0	18,3	1,29	1,08	1,6	3,3	0,15	0,22	10	0,21	0,14	0,4
2	1	0	18,6	16,6	1,26	1,09	1,5	3,4	0,14	0,21	9	0,21	0,13	0,3
	2	70	18,2	16,3	1,24	1,06	1,4	3,4	0,14	0,22	8	0,20	0,13	0,3
	3	0	18,4	16,3	1,24	1,05	1,5	3,4	0,13	0,21	8	0,19	0,14	0,3
	4	20	18,4	16,3	1,25	1,05	1,3	3,4	0,14	0,21	8	0,20	0,13	0,3
	5	60	18,4	16,3	1,24	1,04	1,3	3,4	0,13	0,21	7	0,19	0,13	0,3
	6	70	18,4	16,3	1,24	1,03	1,2	3,35	0,14	0,22	8	0,20	0,14	0,3

Бунинг учун, ишлаш диапазони 220 дан 1100 мкм чегара доирасида жойлашган диапазонда СФ 4 турдаги кварцли спектрофотометрдан фойдаланилди. Бу диапазонда спектрнинг ультрабинафша қисмида энг кўп ютилиш максимал даражада топилди. Олиб борилган органолептик таҳлил, электрофлотацияда анор шарбатининг тиниқлиги, ранги ва таъмини яхшиланганлигини тасдиқлади.

Диссертациянинг «Анор шарбати ва концентратини ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш» деб номланган тўртинчи

бобида, ҳозирда мавжуд «Бертуцци» ишлаб чиқариш технологик линиядаги пластинкали иссиқлик алмаштиргичли пастеризаторнинг ўрнига ЎЮЧ резонансли пастеризаторни ва анорни тозалаш сўнги босқичидаги қўлланилган иккинчи сепаратор ўрнига, икки камерали комбинирлашган электрофлотаторни қўллаш билан ишлаб чиқариш технологик линияси такомиллаштирилди (3-расм).

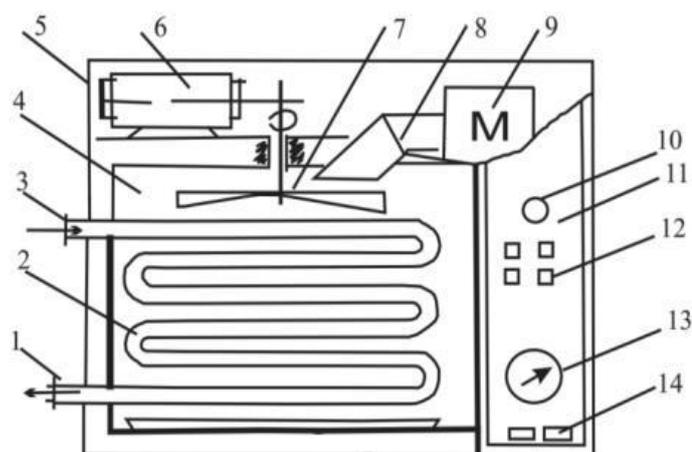


1-қабул қилиш столи; 2-транспортер; 3-ювиш элеватори; 4-дона ажратиш машинаси («Vertuzzi»); 5-анор пўчоғи транспортери; 6-насос; 7-лентали пресс («Flottweg»); 8-анор уруғи транспортери; 9-шарбат буфер сизими; 10-шарбат йиғувчи резервуар; 11-сепаратор («Nagema»); 12-ЎЮЧ пастеризатор; 13-анионалмашиниш реактори; 14-анионитни ажратиш сепаратори; 15-ферментлаш-елимлаш танки (танназа); 16-Икки секцияли электрофлотатор; 17-ультрафилтёр қурилмаси «Uniprectin AG», БС<sub>17</sub>-ультрафилтёр шарбат танки-17; БД<sub>17</sub>-ультрафилтёр дистиллат танки-17; 18-уч корпусли вакуум-бузлатиш қурилмаси «Смета»; 19-шарбат буфер сизими; 20-тайёр концентрат учун сизим; 21-концентрат учун тузли совуткич; 22-совутилган концентратни йиғиш сизими; 23-вакуум насос; 24-асептик резервуар.

### 3-расм. Анор шарбати ва концентрати ишлаб чиқариш такомиллаштирилган технологик линияси

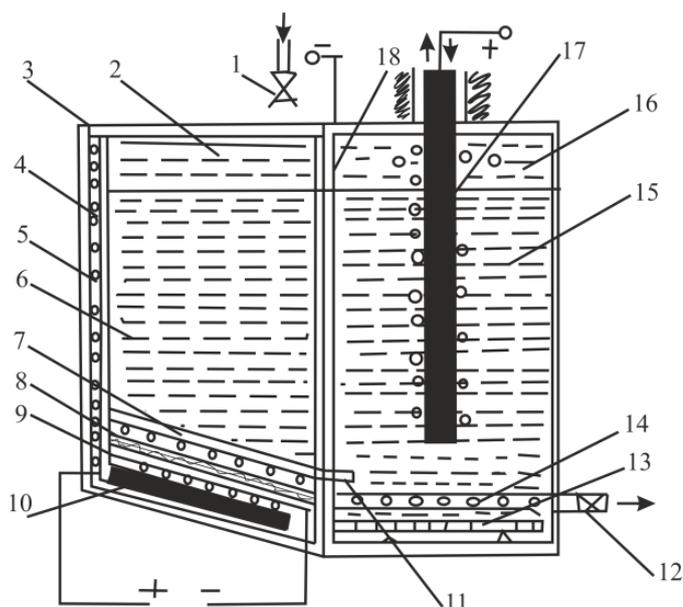
Анор шарбати учун ЎЮЧ узлуксиз пастеризатор ва икки камерали электрофлотаторнинг принципал технологик схемаси 4, 5-расмларда келтирилди.

ЎЮЧ пастеризатор, ЎЮЧ ЭММ энергиясиниг манбаидан, ЎЮЧ пастеризатор бошқарув, хавфсизлигини таъминловчи жиҳозлардан ва шарбат кириш, чиқиш қувурларидан ташкил топган. Пастеризатор қуввати бўйича уч гуруҳга: кичик (1,5 кВт гача), ўрта (1,5-5 кВт) ва катта (5 кВт дан катта), унумдорлиги бўйича ҳам: кичик (5-10 кг/с), ўрта (15-40 кг/с) ва каттага (50 кг/с кўп) бўлиши мумкин.



**4-расм. ЎЮЧ анор шарбатини узлуксиз пастеризацияловчи қурилманинг принципиал технологик схемаси.**

*1 ва 3-шарбат чиқиши ва кириши қувурлари; 2-ишчи камерадаги узлуксиз шарбатни пастеризациялаш илон изли қувурлари; 4-резонаторли ЎЮЧ ишчи камера; 5-қурилманинг каркаси; 6-диссектор электродвигатели; 7-диссектор; 8-ЭММ тўлқин узатгичи; 9-магнетрон; 10-сигнал лампаси; 11-бошқарув панели; 12-бошқарув панели кнопкалари; 13-реостат; 14-қурилмани ёқиш ўчириши кнопкаси.*



**5-расм. Икки камерали анор шарбати электрофлотация қурилмаси.**

*1-шарбатни кириши жойи; 2-кўпикли маҳсулот; 3-каркас; 4-кислород чиқиши йули; 5-кислород пуфакчалари; 6-қайта ишлов шарбати; 7-тоза шарбат чиқиши йули; 8-диафрагма; 9-катод; 10,17-анод; 11-шарбатнинг иккинчи секцияга ўтиши жойи; 12-тоза шарбат чиқиши жойи; 13-катод; 14-катоддан ажралаётган водород пуфакчалари; 15-сифатли тозаланаётган шарбат; 16-кўпикли қатлам; 18-катод сими*

Электрофлотатор, ишчи камерасида ўрнатилган анод ва катод электродлари, маҳсулотни бериш, чиқариш, доимий ток манбаи, бошқарув тизими ва бошқа қисмлардан иборат. Унинг икки камерасида: аввал анор шарбатини катта чиқиндилари жадал пуфакчалар оқимида, оқимларнинг

аралашинишига йул қўйилиб, сўнг секинлаштирилган оқимда аралашинишига йул қўйилмай, кичик коллоид зарраларни пуффакчаларга ёпиштириб тозаланади.

Ишда, ЎЮЧ пастеризатор ва электрофлотатор қурилмаларининг муҳандислик ҳисоб методикаси келтирилган. Унда, ЎЮЧ резонаторли пастеризатор ишчи камера ҳисобига қуйидаги формуладан фойдаланиш таклиф этилган:

$$z_f = \frac{r\bar{\theta}\rho C_p}{2(\beta - \alpha r\bar{\theta}\rho C_p)} \ln \left\{ \frac{\beta}{\alpha r\bar{\theta}\rho C} \left[ \frac{[(T_n - T_b) + r\Delta U \rho \cdot r](\beta - \alpha r\bar{\theta}\rho C)}{2\alpha\beta P_{\Delta y} r} + 1 \right] \right\} \quad (11)$$

$z_f$ -ишчи камеранинг узунлиги м;  $T$ -муҳит температураси  $^{\circ}\text{C}$ ;  $T_n$  дан  $t_s$  гача температуранинг ўзгариш чегараси  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta U$ -камерадан маҳсулот ўтиш тезлиги.

Электрофлотатор ҳисобига ишчи камера узунлиги  $L$  ва баландлиги  $H$  ўзгармас деб қабул қилиниб, унинг кенглиги- $K$ ,  $G$ -унумдорлик учун қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$K = \frac{4GH_0 m\rho_0 \cos \frac{\pi}{2} S_k}{\pi^2 S_k^2 LR} \quad (12)$$

$S_k$ -қурилма кўндаланг кесимининг юзаси,  $\text{м}^2$ ;  $m\rho_0$ -шарбат массаси ва зичлиги  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Мазкур ишланмаларни ишлаб чиқаришига жорий этишдан кўриладиган иқтисодий самара йилига 647,6 млн.сўмни ташкил этди.

## ХУЛОСА

1. Ўзбекистонда анор мевасидан шарбат олиш технологиясининг аналитик таҳлили ўтказилиб: анор мевасининг етиштирилиши ва маҳаллий помологик навлари аниқланди, анор мевасининг кимёвий тавсифи ва шарбатининг сифатини яхшилаш бўйича олиб борилган тадқиқотлар кўриб чиқилиб, анор мевасини қайта ишлаш технологияси такомиллаштириш ҳамда ишлаб чиқарилаётган анор шарбатининг сифатини яхшилашда электрофизикавий методларнинг қўллаш асосланган.

2. Анор шарбатини пастеризациялашда микроорганизмалар фаолиятини тўхтатишда ЎЮЧ ЭММ энергиясидан фойдаланишнинг самаралиги асосланган. Микроорганизмларнинг яшаши диэлектрик хусусиятидан, яшаш муҳитининг концентрациясидан, ЭММ частотаси ва қувватига ҳамда диэлектрик ўтказувчанлигининг катта кичиклигига боғлиқлиги аниқланган.

3. Маҳаллий анор навлари мевасининг шарбатини электр майдон таъсирида  $f=2300$  мГц  $t=20$   $^{\circ}\text{C}$  ишлов беришда комплекс диэлектрик ўтказувчанлиги  $\epsilon' = 53,8-61,3$  ва  $\epsilon''=14,3-17,2$  тенглиги аниқланган.

4. Анор шарбатини электрофлотация билан тозалашда: жараёнга ток зичлигини, камерага электродларнинг жойланиши, кўпикланишнинг хусусиятлари, шарбатнинг ҳарорати ва қатлам баландлигининг таъсири аниқланган.

5. Анор шарбатининг ҳарорати 45-50 °С бўлганда, ток зичлиги 15·20 мА/см<sup>2</sup> да шарбатни тозалашнинг оптимал режими аниқланди. Аммо ушбу методда ҳам 1-1,5 % қуйқа ҳосил бўлиши мумкинлиги асосланган.

6. Электрофлотация жараёнида анор шарбатининг физик-кимёвий кўрсаткичлари: куруқ моддалар, шакар, дубилли ва бўёвчи моддалар, кислотаси, темир, калций ва витаминлари сезиларли даражада ўзгаришлар содир бўлмаслиги ва кўриниши, таъми яхшиланганлиги тасдиқланган.

7. Анор шарбатини узлуксиз пастеризацияловчи ЎЮЧ резонансли пастеризатор ва тозалаш учун икки камерали комбинирлашган электрофлотация қурилмаси ишлаб чиқилган.

8. Анор шарбати ва концентратини ишлаб чиқариш технологияси такомиллаштирилган.

9. ЎЮЧ пастеризация ва электрофлотация қурилмаларининг муҳандислик ҳисоблари келтирилди. Ишлаб чиқаришда кутилаётган иқтисодий самара 647,6 млн.сўмни ташкил этиши аниқланган.

**НАУЧНОЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.Т.101.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ БУХАРСКОМ ИНЖЕНЕРНО -  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

---

**ГУЛИСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УЗАЙДУЛЛАЕВ АКМАЛЖОН ОЛИМОВИЧ**

**СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ СОКОВОГО  
КОНЦЕНТРАТА ИЗ МЕСТНЫХ СОРТОВ ГРАНАТА**

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

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

**Бухара - 2022**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером В2021.3.PhD/Т2362.**

Диссертационная работа выполнена в Гулистанском государственном университете.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)), размещен на веб-странице института ([www.bmti.uz](http://www.bmti.uz)) и информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Научный руководитель:**

**Баракаев Нусратилла Раджабович.**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Исабаев Исмаил Бабаджанович**  
доктор технических наук, профессор

**Маматов Шерзод Машрабжанович**  
доктор технических наук, доцент

**Ведущая организация:**

**Каршинский инженерно-экономический институт**

Защита диссертации состоится «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г. в \_\_\_\_\_ часов на заседании научного совета PhD.03/30.12.2019.Т.101.01 по присуждению ученой степени при Бухарском инженерно-технологическом институте по адресу: 200117, г. Бухара, ул. К. Муртазаева дом-15. Тел.: (99865) 223-78-84, факс: (99865) 223-78-84, e-mail: [bmti\\_info@edu.uz](mailto:bmti_info@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Бухарского инженерно-технологического института (зарегистрировано под №\_\_\_). (Адрес: 200117, г. Бухара, ул. К.Муртазаева, дом-15. Тел.: (99865) 223-78-84).

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 года.  
(реестр протокола рассылки №3 от «18» январь 2022 г.).

**С.Ф. Фозилов**

Заместитель председателя научного совета по присуждению учёной степени, д.т.н., профессор

**Р.Р. Хайитов**

Ученый секретарь научного совета по присуждению учёной степени, д.т.н., ст.науч.сот.

**Ш.М. Ходжиев**

Председатель научного семинара при научном совете по присуждению учёной степени, к.т.н., доцент

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** На сегодняшний день наблюдается высокий рост производства на предприятиях по переработке плодов граната по всему миру, включая Индию, Иран, Китай, Турцию, США, Пакистан, Афганистан, а также Узбекистан. На предприятиях комплексной переработки сельскохозяйственного сырья используется оборудование и устройства сложной конструкции, отличающиеся высокой энергоемкостью. Соответственно, важно перерабатывать современные гранаты и создавать современное оборудование и технологии для производства экспортоориентированной продукции.

Во всем мире ведется научная работа по совершенствованию переработки фруктов и овощей, богатых углеводами, витаминами и микро- и макроэлементами, созданию современного оборудования и технологий. При этом особое внимание уделяется созданию высокоэффективных методов и технологий получения фруктовых и овощных соков.

В пищевой промышленности страны достигаются определенные результаты в производстве экспортно-ориентированного гранатового сока за счет внедрения технологий хранения и переработки овощей и фруктов, эффективного использования сортов граната. Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан ставит важные задачи по «... углублению структурных реформ и последовательному развитию сельскохозяйственного производства, дальнейшему укреплению продовольственной безопасности, расширению производства экологически чистой продукции, значительному увеличению экспортного потенциала страны в аграрный сектор»<sup>1</sup>. Исходя из этого, особенно важны исследовательские работы в направлении создания технологий производства экспортно-способной продукции на основе местного сырья.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит для реализации задач, отмеченных Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПФ-4707 от 4 марта 2015 года «О программе мероприятий по обеспечению реструктуризации, модернизации и диверсификации производства на 2015-2019 годы», Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 29 августа 2015 года № 251 «Об утверждении Концепции и комплекса мер по обеспечению качества пищевых продуктов в 2020 году» Постановления Президента Республики Узбекистан от 6 января 2017 года № ПП-2716. реализация указов и постановлений Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № ПФ-4947 «О Стратегии дальнейшего развития Республики Узбекистан» и других нормативных правовых актов, относящихся к данной деятельности.

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

**Степень изученности проблемы.** Исследования по производству сока путем переработки плодов граната, его отстаивания, улучшения показателей качества, повышения производительности готового продукта проводили зарубежные ученые А.С.Карашарлы, Л.Габасова, Т.А.Лисогор, Джордж Абдалла Ботрус, Г.К.Гафизов, Л.Г.Семочкина, Бенамара Салем, Хайдар Хасан и другие.

Информации по переработке сельскохозяйственного сырья, производству готовой продукции содержатся в работах отечественных учёных С.Х.Абдураззакова, Ж.М.Курбанов, К.О.Додаев и упоминается в работах Ф.Х.Эшматовых.

Вопросы сохранности витаминов и белков в гранатовом соке, обеспечения высокого уровня прозрачности сока, создания технологических систем, направленных на увеличение ассортимента продукции изучены на недостаточном уровне. Соответственно, применение процесса пастеризации под воздействием электромагнитных полей сверхвысокой частоты при переработке гранатового сока имеет большое научное и практическое значение.

**Целью исследования** является разработка технологии получения сокового концентрата из местных сортов граната.

**Задачи исследования:**

анализ технологии производства гранатового сока из плодов, выращенных в нашей Республике;

обоснование прекращения активности микроорганизмов в соке под воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты (СВЧ) и разработка пастеризатора СВЧ;

применение метода флотации для качественной очистки гранатового сока и создание двухкамерного электрофлотатора, осуществляющего процесс;

определение степени очистки гранатового сока по диэлектрической проницаемости сортов граната с помощью электрофизических устройств;

совершенствование технологической системы производства гранатового сока за счет внедрения предлагаемых пастеризационных и электрофлотаторных устройств;

разработка методики инженерного расчета и расчета рентабельности электрофизических устройств при производстве высококачественного гранатового сока.

**Объектом исследования** являются плоды граната и сок граната, а также концентрат полученный при его переработке.

**Предметом исследования** является устройство пастеризации сверхвысокочастотным электромагнитным полем для качественной очистки сока из плодов граната и методы очистки сока с использованием процесса электрофлотации.

**Методы исследования.** В исследовании использовались физические, химические, электрофизические методы, подготовка реагентов, определение сухого вещества, определение общей и активной кислотности.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

обосновано преимущество остановки жизнедеятельности микроорганизмов в гранатовом соке под воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты (СВЧ) и разработано устройство пастеризатора СВЧ;

на основе преимущества использования метода флотации в процессе качественной очистки гранатового сока разработан двухкамерный электрофлотатор;

определена диэлектрическая проницаемость местных сортов граната с помощью предложенных электрофизических устройств для качественной очистки соковой продукции;

усовершенствована технология производства соков и концентратов из местных плодов граната;

разработана методика расчёта экономической эффективности предлагаемых электрофизических устройств для производства качественной соковой продукции.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

при пастеризации гранатового сока создан процесс остановки интенсивной активности микроорганизмов с использованием энергии СВЧ ЭМП;

создана рациональная система качественной очистки гранатового сока с использованием процесса электрофлотации;

определена диэлектрическая проницаемость местных видов граната при разработке электрофизических устройств для пастеризации соковой продукции;

усовершенствованы технологические системы производства гранатового сока и концентрата с применением СВЧ пастеризатора и электрофлотатора.

**Достоверность результатов исследования** подтверждены использованием высокоточных рН-метров, электронных титрантов и аналитических весов, использование систематических компьютерных программ, таких как MATLAB 6.5, STATISTICA 6.0, определена адекватность теоретических и экспериментальных результатов, положительные результаты исследования получены по сравнению с реальными производственными данными.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость исследования характеризуется в использовании энергии электромагнитного поля при производстве сока и концентрата из плодов граната, прекращением действия микроорганизмов на основе теплового воздействия энергии ЭМП, зависимостью диэлектрической проницаемости сока от длины волн в пастеризации. Процесс очистки соковой

продукции методом электрофлотации зависит от плотности тока в устройстве электрофлотатора, процесс не оказывает существенного влияния на физико-химический состав сока.

Практическая значимость исследования обоснована тем, что процесс пастеризации гранатового сока ускоряется, улучшаются санитарно-гигиенические условия в производстве, улучшается качество за счет очистки сока от коллоидных частиц методом электрофлотации, а также послужит для производства гранатовый сок и концентратов в соответствии с требованиями международных спецификаций.

**Внедрение результатов исследований.** На основе полученных научных результатов по разработке технологии получения концентрата сока из местных сортов граната:

внедрена в эксплуатацию установка для пастеризации гранатового сока на предприятии «Мастер Глобал Плюс» (справка Ассоциации пищевой промышленности Узбекистана №16-127/12-21 от 16 декабря 2021 года). В результате прекращается деятельность микроорганизмов, влияющих на качество и срок хранения гранатового сока.

электрофлотатор для очистки граната от примесей введен в эксплуатацию на «Мастер Глобал Плюс» (Справка Ассоциации пищевой промышленности Узбекистана №16-127/12-21 от 16 декабря 2021 года). В результате достигнута 98 % ная очистка гранатового сока.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования обсуждались на 2-х международных и 3-х республиканских научных конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** Всего по теме диссертации опубликовано 13 научных работ. В том числе 4 статьи опубликованы в научных журналах, 1 статья в зарубежном журнале и 3 статьи в республиканских журналах, рекомендованных для публикаций основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD) ВАК Республики Узбекистан.

**Объем и структура диссертации.** Содержание диссертации состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 116 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Во введении** описываются актуальность темы, цель и важность задач, объекты и предмет исследования, соответствие исследования приоритетным направлениям науки и технологий Республики Узбекистан, описывается научная новизна и практическая значимость результатов, достоверность теоретических и экспериментальных данных, практическая ценность, информация о внедрении в производство, уровень публикаций и структура диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной «**Аналитический анализ технологии переработки гранатового сока в Узбекистане**», даётся аналитический анализ технологии производства гранатового сока в Узбекистане. Изучены результаты ранее проводимых исследований химического состава плодов граната и качество получаемого из них сока. Глубоко проанализированы проблемы комплексных технологий и технологии обработки плодов граната. Особенно отмечено совершенствование технологий обработки плодов граната и применение электрофизических методов для повышения качества производимых соков, на основе чего сформулирована основная концепция исследования.

**Вторая глава диссертации «Пастеризация плодов граната с использованием энергии сверхвысокого (СВЧ) электромагнитного поля при переработке», обоснована использованием энергии ЭМП СВЧ при пастеризации в технологии производства гранатового сока. В этом случае объемная мощность биообъекта составляет  $P_v^o$ ; Вт/м<sup>3</sup>:**

$$P_v^o = 0,278 \cdot 10^{-10} E^2 \cdot f \cdot \varepsilon'' \quad (1)$$

$E$ -напряжение электрического поля, Вт/м;  $f$ -частота электромагнитного поля, Гц;  $\varepsilon''$  - коэффициент потерь,  $\varepsilon'' = \varepsilon' \operatorname{tg} \delta$ ;  $\operatorname{tg} \delta$  - угол диэлектрических потерь.

Если поверхность ячейки составляет около  $10^{-8}$  см<sup>2</sup>, количество тепла  $Q$ , получаемого от воздействия электромагнитного поля, составляет:

$$Q = 8,38 \cdot 10^{-32} \delta_{об} \cdot f^2 \cdot \varepsilon^2 \cdot \tau \quad (2)$$

$\delta_{об}$ -удельная проводимость биообъекта см/м;  $f$ -частота поля, Гц;  $\varepsilon$ -напряженность электрического поля Вт/м;  $\tau$ -время, с.

Используя эти два закона, можно определить удельную напряженность поля  $P_s$ , и напряжение  $E$  которые со временем идут на нагрев  $\Delta t$  биообъекта:

$$E = \sqrt{\frac{m \cdot C_{об} \cdot \Delta t \cdot 10^6}{8,38 \sigma_{об} \tau} \cdot f} \quad (3)$$

$$P_s = 1,2 \cdot 10^{31} \frac{m C_{об} \cdot \Delta t}{\sigma_{об} f^2 \tau \cdot R_0} \quad (4)$$

Здесь:  $E$ -Вт/м;  $P_s$ -Вт/м<sup>3</sup>;  $R_0$ -сопротивление свободного пространства, Ом.

Если дать приблизительное описание клетки биологического объекта:  $m=10^{-15}$  кг;  $C_{об}=4190$  Дж/кг °С;  $\sigma_{об}=(5 \cdot 10^{-15} \text{ час } 2 \cdot 10^{-4})$  см/м, тогда при частоте  $f=3 \cdot 10^9$  Гц, продолжительности  $\tau = 60$  с для нагревания клетки на  $1$  °С удельная напряжённость поля будет равна  $P_s=300$  мкВт/см<sup>2</sup>. Это предел воздействия энергии ЭММ на клетку, и более более низкие температуры возникают в результате биохимических кинетических реакций

Конечно, «выживание» микроорганизмов зависит от количества тепла в клетке под воздействием ЭМП СВЧ. Если принять это как:  $P_{\text{кл}}$ —Напряжение ЭМП СВЧ на клетку, Вт, то:

$$P_{\text{кл}} = 2\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot f \cdot \varepsilon''_{\text{кл}} \cdot \varepsilon_{\text{кл}}^2 \cdot V_{\text{кл}} \quad (5)$$

где:  $\varepsilon_0$ -диэлектрическая проницаемость вакуума  $8,85 \cdot 10^{-12}$  ф/м;  $\varepsilon''_{\text{кл}}$ - комплексная диэлектрическая проницаемость клетки;  $V_{\text{кл}}$  - объём клетки, м<sup>3</sup>;  $f$ -частота поля, Гц;

Экспоненциальный закон «выживания» микроорганизмов под воздействием ЭМП СВЧ на клетку в природе клетки может быть выражен:

$$N=N_H \exp(B \cdot \tau) \quad (6)$$

Здесь:  $N$ -количество клеток микроорганизмов в настоящее время;  $N_H$  – начальное количество клеток;  $B$ -показатель «прекращение активности» микроорганизмов, количество которого зависит от степени адаптации микроорганизмов к жизни, температуры, вида, и т.д.

Анализы показали, что скорость гибели микроорганизмов зависит от соотношения напряженности поля, частоты, концентрации в среде и диэлектрической проницаемости  $a_\varepsilon$ . Если  $a_\varepsilon < 1$  наблюдается снижение  $C_v$  и увеличение скорости прекращения деятельности микроорганизмов, если  $a_\varepsilon > 1$  снижение концентрации  $C_v$  уменьшается. Также подсчитано, что скорость уничтожения микроорганизмов  $\varepsilon''$  зависит от их размера.

Поэтому диэлектрическую проницаемость плодов граната мы определили экспериментальным методом, полученные и расчетные данные приведены в таблице 1:

**Таблица-1**

**Диэлектрическая проводимость плодов граната**

№	Сорта граната	Количество сока, %	Диэлектрическая проницаемость $f=2300$ мГц $t=20$ °С		
			$\varepsilon'$	$\varepsilon''$	$tg\delta$
1	Қозоқи анори	40-45	60,2	16,1	0,27
2	Қизил анори	45-50	61,3	17,2	0,28
3	Аччиқ қай анори	25-30	56,7	15,4	0,27
4	Қора қай анори	30-35	59,6	15,8	0,26
5	Асл қай анори	25-30	57,1	14,9	0,26
6	Пушти гулоша (белая оболочка, сладкий)	20-25	53,8	14,3	0,28

При экспериментальном определении пастеризационных свойств гранатового сока энергией СВЧ ЭМП определено его бактерицидное и антигрибковое действие.

Скорость нагрева одинакова в обоих методах и составляет  $0,8 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ , по сравнению с нормальной концентрацией микроорганизмов при нагревании СВЧ, по сравнению со стерилизацией (для *V.Mesentericus* начальная концентрация составляет  $22 \cdot 10^2$  клетки/ $\text{см}^3$  и  $2,5 \cdot 10^3$  клетки/ $\text{см}^3$ ) будет намного ниже (таб.2).

**Таблица-2**

**Воздействие обычного и СВЧ нагрева на жизнедеятельность плесневых микроорганизмов**

Начальная концентрация микроорганизмов, кол. клетка/ $\text{см}^3$	Температура среды после обработки $^{\circ}\text{C}$	Продолжительность обработки, с	Концентрация микроорганизмов, кол.клетка/ $\text{см}^3$	
			СВЧ нагревание	Обычное нагревание
$2,0 \cdot 10^2$	65	90	$12 \cdot 10$	$2,2 \cdot 10^2$
$2,5 \cdot 10^3$	65	90	22	$4 \cdot 10^3$
$2,0 \cdot 10^2$	70	95	3	$8 \cdot 10$
$2,5 \cdot 10^3$	70	95	$5 \cdot 10$	$11 \cdot 10^2$
$2,0 \cdot 10^2$	75	100	0	$4 \cdot 10$
$2,5 \cdot 10^3$	75	100	0	$4 \cdot 10^2$

Если для полного уничтожения микроорганизма *V.Mesentericus* требуется 100 секунд, то для “*Candida mycoderma*” будет достаточно 30 секунд.

Увеличение скорости нагрева резко сокращает продолжительность процесса пастеризации. Однако микроорганизмы повышают “температуру прекращая деятельность”. Поэтому она может варьироваться в зависимости от типа сока.

Увеличение продолжительности воздействия энергии ЭМП не сильно влияет на его химические и органолептические характеристики (таб.3).

**Таблица-3**

**Влияние увеличения продолжительности воздействия энергии ЭМП на химические характеристики**

Эффективность воздействия тепла на клетку	Химический состав								SO <sub>2</sub> мг/г	
	Сахар, %		Количество CO <sub>2</sub>		Спирт, % об		pH		70	10
	0	10	7,0	8,7	10,5	12	2,8	3,11		
$\varepsilon'$	60,0	57,6	60,1	59,2	60,1	58,2	59,3	60,3	60,2	59,4
$t_b$	1,45	1,78	1,47	1,47	1,42	1,52	1,51	1,49	1,44	1,47

Исследования показали, что эффективное использование энергии ЭМП в соках позволяет прекращать деятельность находящиеся в них микроорганизмы при низких температурах ( $55-60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), ускорить процесс (в

10-15 раз) и привести к экономии энергии. Таким образом, концентрация  $C_0$  микроорганизмов зависит от выживаемости  $a_\varepsilon$ : если происходит её снижение  $a_\varepsilon < 1$ , то скорость прекращения деятельности микроорганизмов увеличивается, если она увеличивается  $a_\varepsilon > 1$ , то она уменьшается. Экспериментально доказано, что диэлектрическая проницаемость плодов граната изменяется в зависимости от количества сока в плоде при частоте ЭМП  $f=2300$  МГц  $t=20$  °С  $\varepsilon'$ -53,8-61,3 и  $\varepsilon''$ -14,3-17,2,  $tg\delta$ -0,26-0,28.

В третьей главе диссертации «**Качественная очистка гранатового сока электрофлотацией**» на основе физико-механических и электрических законов произведён анализ возможности применения методов очистки гетерогенных жидкостей: дистилляции, центрифугирования, фильтрации, экстракции, сорбции и флотации отмечено преимущество метода электрофлотации.

В процессе электрофлотации, основанном на физико-механических, электрических законах очистки гранатового сока от коллоидных частиц, предполагалось, что в процессе участвуют только пузырьки, отделенные от катода, в которых масса пузырьков  $m$  по закону Фарадея:

$$m = aI\gamma t \quad (7)$$

где:  $a$  - электрохимический эквивалент газа, кг/Ас;  $I$ -сила тока, А;  $\gamma$ -выход по току;  $t$ -длительность процесса, с. При постоянном токе плотность пузырьков  $\rho_2$  (кг/м<sup>3</sup>), если объем  $V$ :

$$m = \rho_r \cdot VN = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_2 N \quad (8)$$

Тогда численность пузырьков, отделённых от катода будет равна:  $N = \frac{3aI\gamma t}{4\pi r^3 \rho_r}$  Таким образом, при скорости пузырьков  $v$  (м/с), по высоте  $H$ -снизу до верху продолжительность их прохождения будет равна  $t = \frac{H}{v}$ .

Поскольку пузырьки занимают всю нижнюю часть электрофлотатора и плотность тока в поперечном сечении одинакова, пузырьки равномерно распределены по объему жидкости, поэтому количество пузырьков на единицу объема определяется следующим образом:  $n = \frac{N_0}{HS}$ ; следовательно  $N_0 = nHS$ ;  $n$  - концентрация пузырьков;  $S$ -площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>. Если, скажем, плотность тока,  $i = \frac{I}{S}$  мА/м<sup>2</sup>: то количество постоянных пузырьков, движущихся от катода к поверхности

$$N_0 = \frac{3aI\gamma t_0}{4\pi r^3 \rho_r} \quad (9)$$

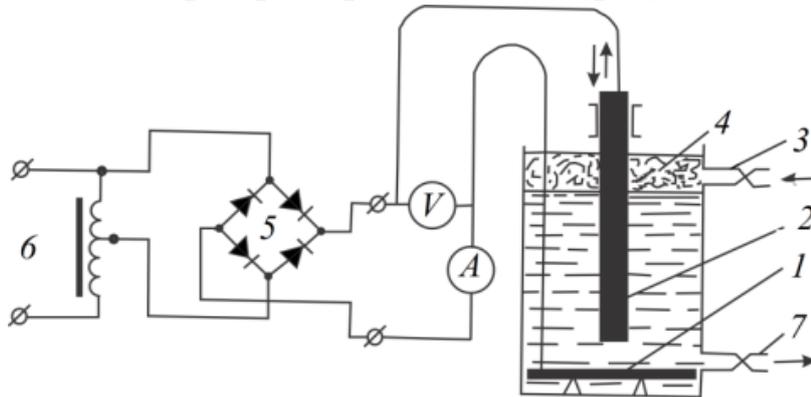
В результате сложения полученных результатов  $t_0$ ,  $N_0$ ,  $I$  определяем формулу:

$$n = \frac{3a \cdot i\gamma}{4\pi r^3 \rho_r \vartheta} \quad (10)$$

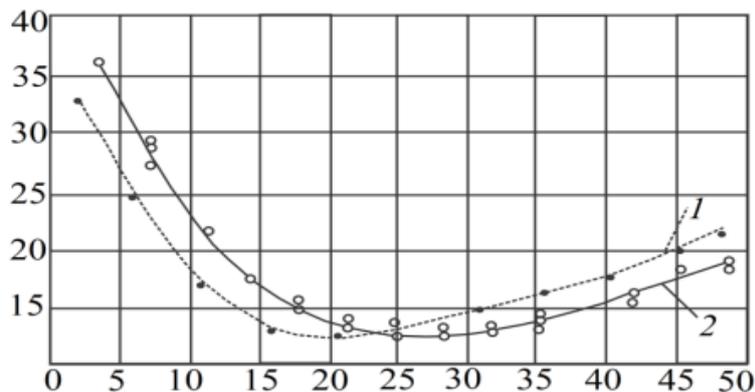
предполагая, что средний размер пузырьков не изменяется, все параметры справа от этой формулы постоянны (А), только плотность тока является переменной, и процесс можно контролировать:  $n = AI$ ;  $A = \frac{3a\gamma}{4\pi r^3 \rho_r \vartheta}$ ; - то есть, изменяя ток, можно контролировать скорость процесса.

Если  $\rho_2$  найдено расчетным путем  $\nu$  и  $\gamma$  определено экспериментально. Как правило, размер и скорость пузырьков зависят от плотности тока, в то время как на практике радиус пузырьков не зависит от плотности тока. Исходя из приведенных цифр, она равна  $B=0,043 \text{ см}^2/\text{а}$ .

Для проверки результатов вышеприведённых теоретических разработок по очистке гранатового сока на практике был проведён ряд экспериментов. Принципиальная схема лабораторного стенда электрофлотационной исследовательской лаборатории представлена на рисунке-1.



**Рис. 1. Лабораторный электрофлотационный стенд**



Плотность тока,  $\text{мА}/\text{см}^2$   
1-гранатовый сок; 2-виноградный сок.

**Рис. 2. Изменение скорости электрофлотационной очистки пастеризованного сока и зависимость от плотности тока**

Лабораторный электрофлотационный стенд (рис.1) состоит из: электроды цилиндрические (1,2) 5л (катод-алюминий, анод графит толщиной

2 мм), стеклянная банка (3), гранатовый сок (4), источник питания постоянного тока (5), лабораторный автотрансформатор (6), ёмкость для сбора очищенного гранатового сока (7) и термометр, контрольно-измерительные приборы (амперметр, вольтметр).

Для рационального размещения электродов (пластины, стержня) в сосуде можно размещать в разных вариантах: параллельный катод внизу сосуда, анод над ним или наоборот, а также по высоте сосуда, или и внизу, и вверху. Равномерность потока, скорость и размер пузырьков отслеживались, в результате чего было определено, что рационально установить катод в виде пластины внизу сосуда, а анод в виде стержня в корпусе по центру вертикального сосуда. Кроме того, катод и анод были испытаны из различных материалов: алюминия, стали, графита, меди и других цветных металлов, причем как катод был выбран алюминий, анодом-графитовый прессованный стержень. При этом учитывались вкус, запах и другие элементы электродных материалов в соке, а также их экономическая эффективность. Когда электроды имеют форму пластины, они работают при относительно низком напряжении, и экономия энергии увеличивается.

При исследовании влияния тока на процесс электрофлотации (температура сока 45-50 °С) скорость процесса изменена с 3,2 до 50 мА/см<sup>2</sup>, определена зависимость очистки от плотности тока и проведено сравнение с результатом, полученным для виноградного сока (рис.2).

Анализ экспериментальных данных показывает, что при малых плотностях тока (2-5 мА/см<sup>2</sup>) процесс идет медленно (30-34 минуты) и в это время сок слабо насыщен пузырьками газа, концентрация пузырьков намного ниже. Скорость процесса увеличивается с увеличением плотности тока, увеличивается концентрация пузырьков. 15-20 мА/см<sup>2</sup> - оптимальный режим для гранатового сока, 20-25 мА/см<sup>2</sup> для виноградного, и по мере его увеличения часть его добавляется во флотацию, остальное создает поток сока без взвешенных частиц, увеличивает плотность пены и снижает качество флотации.

Температура сока наблюдалась в диапазоне от 20 до 50 °С, плотность тока поддерживалась на уровне 18 мА/см<sup>2</sup>, и была определена ее взаимосвязь с продолжительностью процесса, определено, что скорость флотации значительно увеличивается при высоких температурах от 5 до 18-20 °С. Это связано с тем, что при нагревании белковых веществ в взвешенных частицах они теряют свои гидрофильные свойства и приобретают гидрофобность, что создает условия для их прилипания к пузырькам.

При электрофлотации по высоте слоя сока в эксперименте соки делили на порции по высоте сосуда, и сок (20 °С) перед испытанием помещали на высоту 70 см над катодом. В первых трех экспериментах плотность тока составляла 25 мА/см<sup>2</sup>, и определяли скорость электрофлотации в слое жидкости над катодом на высотах 0, 20, 60 и 70 см (таб.5).

Таблица-5

## Изменение скорости взвешенных частиц по высоте электрофлотации

№ опыта	Продолжительность процесса, мин	Концентрация взвешенных частиц на различных высотах (%)				№ опыта	Продолжительность процесса, мин. 80 см	Концентрация взвешенных частиц на различных высотах (%)			
		0	20 см	60 см	70 см			0	20 см	60 см	70 см
1	0	3,3	3,3	3,3	3,3	3	8	2,2	2,2	2,8	2,8
	4	1,8	2,5	3,0	4,0		12	0,8	0,8	0,8	1,2
	8	0,8	1,6	2,5	2,8		0	4,5	4,0	4,0	4,0
	12	0,8	0,8	0,8	0,8		6	3,8	3,8	4,2	4,2
	16	0,8	0,8	0,8	0,8		10	3,2	3,8	3,8	3,8
2	0	3,8	3,8	3,8	3,8	3	14	1,9	1,9	2,2	2,2
	4	2,7	3,6	3,6	4,1		18	0,9	0,9	0,9	1,3

Таким образом, через 4 мин из жидкого слоя, прилегающего к катоду ( $H=0$  см), в среднем всплывает 30-40 % наблюдаемых частиц. В то же время из слоя жидкости на высоте 20 см над катодом всплывает примерно 20 %, а слой внутри жидкости составляет менее 70 см на 11 %. Таким образом, чем выше слой жидкости на катоде, тем ниже скорость электрофлотации. По размеру концентрация взвешенных частиц описывалась точно так же: 1 %, 0,5 и 2,0 % в остальных. В первом эксперименте устройство проработало 50 минут, но за последние 38 минут концентрация частиц в жидкости не изменилась и осталась равной 1 %. В некоторых случаях увеличение объема взвешенных частиц наблюдалось через 4 мин на высоте 70 см в обрабатываемой жидкости.

Третий эксперимент с гранатовым соком показал, что исходное содержание взвешенных частиц было близко к 3,8 %. Из полученных данных видно, что с увеличением концентрации взвешенных частиц скорость электрофлотации замедляется по всей высоте электрофлотационного оборудования. Время полного удаления жидкости увеличилось с 12 до 18 минут.

Было замечено, что природа взвешенных частиц, присутствующих в соке, оказывает значительное влияние на кинетику электрофлотации, кожа и мембрана граната флотируются быстрее, чем семена.

При расчете массы выделившегося с катода водорода в оптимальном варианте плотности тока, полученном из экспериментальных данных, 0,3 мг водорода на  $1 \text{ см}^2$  поверхности катода, что составляет менее 3 мг воды на

разложение и разделение. При высоте емкости 70 см теряется не более 0,003% массы сока.

Приведены результаты анализа при плотности тока (1 серия опытов) при электрофлотационной очистке при 15 мА/см<sup>2</sup> и 50 мА/см<sup>2</sup> (2 серия опытов), (табл.6). Из данных видно, что существенных изменений в характеристиках гранатового сока нет. В процессе электрофлотации не происходит значительных изменений сухого вещества, сахара, титруемой кислоты, дубильных и красящих веществ, железа, кальция и витаминов.

Химический состав гранатового сока исследовали с помощью ультрафиолетового и инфракрасного излучения для получения дополнительной информации о свойствах процессов электрофлотации.

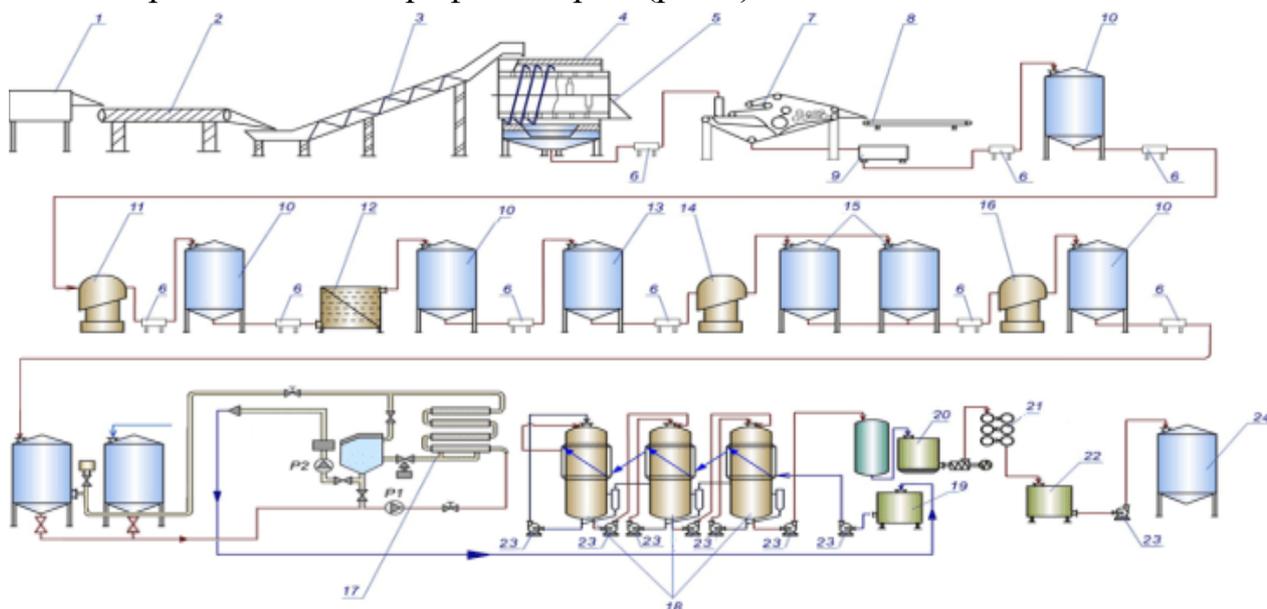
**Таблица-6**

**Химический состав гранатового сока до электрофлотации (1) и после (2)**

Серия опыта	Номер образца	Высота выбранных образцов см	Сухие вещества, %	сахар,%	Титрованная кислота, %	Дубильные и красящие вещества ,г/л	Кислотность, %	рН	Fe, мг/ 100 г	Са мг/ 100 г.	Витамины, мг %.			
											Аскорбиновая кислота-С рН 5,0	Тиамин-В <sub>1</sub> , мг% рН 7,5,	Рибофлавин	пиридоксин
1	1	0	21,0	18,5	1,29	1,12	1,8	3,35	0,15	0,22	12	0,22	0,15	0,4
	2	70	21,0	18,6	1,29	1,11	1,8	3,35	0,15	0,22	11	0,22	0,15	0,4
	3	0	21,0	18,3	1,29	1,12	1,8	3,35	0,14	0,21	10	0,22	0,15	0,4
	4	20	21,0	18,3	1,29	1,11	1,9	3,3	0,14	0,21	11	0,21	0,14	0,4
	5	60	21,0	18,6	1,29	1,12	1,6	3,3	0,14	0,21	10	0,21	0,15	0,4
	6	70	21,0	18,3	1,29	1,08	1,6	3,3	0,15	0,22	10	0,21	0,14	0,4
2	1	0	18,6	16,6	1,26	1,09	1,5	3,4	0,14	0,21	9	0,21	0,13	0,3
	2	70	18,2	16,3	1,24	1,06	1,4	3,4	0,14	0,22	8	0,20	0,13	0,3
	3	0	18,4	16,3	1,24	1,05	1,5	3,4	0,13	0,21	8	0,19	0,14	0,3
	4	20	18,4	16,3	1,25	1,05	1,3	3,4	0,14	0,21	8	0,20	0,13	0,3
	5	60	18,4	16,3	1,24	1,04	1,3	3,4	0,13	0,21	7	0,19	0,13	0,3
	6	70	18,4	16,3	1,24	1,03	1,2	3,35	0,14	0,22	8	0,20	0,14	0,3

Для этого использовался кварцевый спектрофотометр типа СФ 4 в рабочем диапазоне от 220 до 1100 мкм. В этом диапазоне максимальное поглощение в ультрафиолетовой части спектра оказалось максимальным. Проведённый органолептический анализ подтвердил, что прозрачность, цвет и вкус гранатового сока улучшились вовремя электрофлотации.

В четвертой главе диссертации «Совершенствование технологии производства гранатового сока и концентрата» вместо существующего пастеризатора с пластинчатым теплообменником в существующей производственной линии «Бертуцци» установлен резонансный пастеризатор СВЧ и производственная технологическая линия усовершенствована заменой второго сепаратора очистки гранатового сока двухкамерным комбинированным электрофлотатором (рис.3).

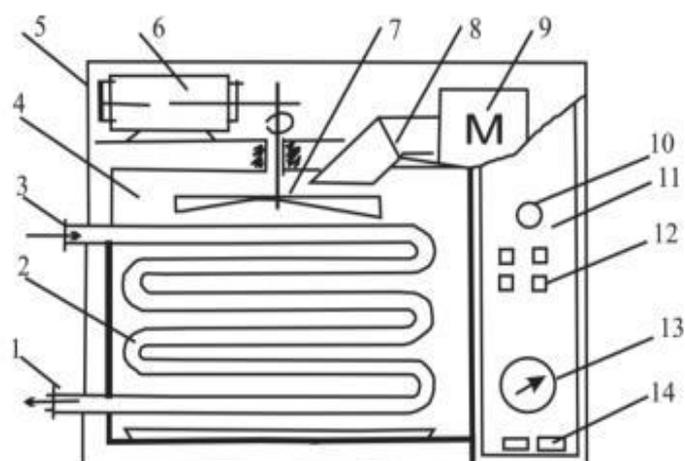


**Рис. 3. Усовершенствованная технологическая линия по производству гранатового сока и концентрата.**

1-стойка администратора; 2-транспортер; 3-моечных подъемника; 4-сепарационные машины («Бертуцци»); 5-конвейер для гранатовой кожуры; 6-насос; 7-полосный пресс («Flottweg»); 8-транспортер семян граната; 9-буферная емкость сока; 10-ёмкость для сбора сока; 11-сепаратор («Нагема»); 12-пастеризатор СВЧ; 13-анионно-обменный реактор; 14-сепаратор для отбора анионитов; 15-ферментирующий танк; 16-Двухсекционный электрофлотатор; 17-ультрафильтр "Uniprestin AG", БС<sub>17</sub>-ёмкость для сока ультрафильтра-17. БД<sub>17</sub>-Бачок ультрафильтрации дистиллята-17; 18-трехкомпонентный вакуумный испаритель «Смета»; 19-буферная емкость для сока; 20-ёмкость готовых концентратов; 21-солевой охладитель для концентрата; 22-емкости для сбора охлажденного концентрата; 23-вакуумный насос; 24-асептический резервуар.

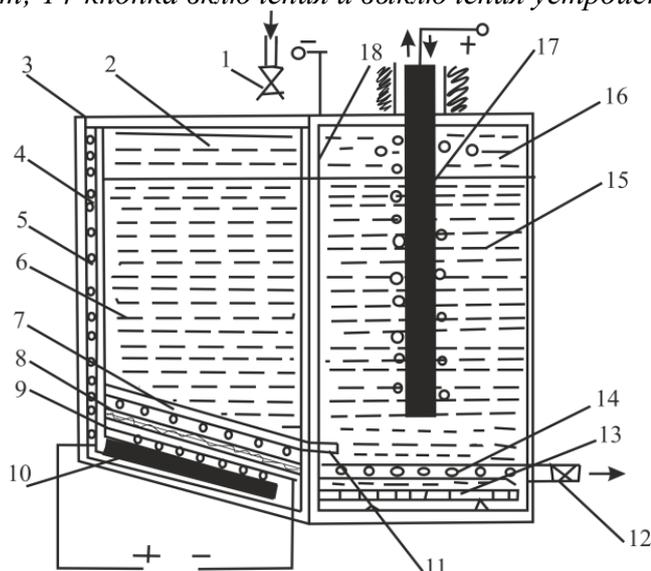
На рис. 4; 5 представлена принципиальная схема пастеризатора непрерывного действия и двухкамерного электрофлотатора для гранатового сока.

Пастеризатор СВЧ для сока состоит из источника энергии Oyster ЭМП, устройства управления пастеризатором для устриц, предохранительных устройств и входных и выходных патрубков для сока. Пастеризаторы делятся на три группы по мощности: малые (до 1,5 кВт), средние (1,5-5 кВт) и большие (более 5 кВт), а по производительности: малые (5-10 кг/ч), средние (15-40 кг/час) и большие (более 50 кг/час).



**Рис. 4. Принципиальная технологическая схема установки непрерывной пастеризации гранатового сока.**

*1;3-патрубки приёма и отвода сока; 2-трубки змеевика для непрерывной пастеризации сока в рабочей камере; 4-рабочая резонаторная СВЧ камера; 5-рама устройства; 6-диссекторный электродвигатель; 7-диссектор; 8-передатчик ЭМП волн; 9-магнетрон; 10-сигнальная лампа; 11-панель управления; 12-кнопки панели управления; 13-реостат; 14-кнопка включения и выключения устройства.*



**Рис. 5. Двухкамерный аппарат электрофлотации гранатового сока.**

*1-точка входа сока; 2-пеннопродукт; 3-каркас; 4-пути вывода кислорода; 5-пузырьки кислорода; 6-обработанный сок; 7-отвод чистого сока; 8-диафрагма; 9-катод; 10,17-анод; 11-точка перехода сока во вторую секцию; 12-выход свежего сока; 13-катодный; 14-отделяющиеся от катода пузырьки водорода; 15-качественный очищаемый сок; 16-слой пены; 18-катодная проволока.*

Электрофлотатор состоит из анодного и катодного электродов, установленных в рабочей камере, подачи продукта, вывода, источника питания постоянного тока, системы управления и других частей. В его двух камерах: сначала крупные отходы гранатового сока очищаются путем быстрого потока пузырьков, что позволяет смешивать потоки, а затем путем

замедления потока путем смешивания мелких коллоидных частиц с пузырьками.

В работе представлена методика инженерного расчета пастеризаторов и электрофлотаторов. Предлагается использовать следующую формулу для расчёта рабочей камеры пастеризатора с резонатором:

$$z_f = \frac{r\bar{\vartheta}\rho C_p}{2(\beta - \alpha r\bar{\vartheta}\rho C_p)} \ln \left\{ \frac{\beta}{\alpha r\bar{\vartheta}\rho C} \left[ \frac{[(T_n - T_b) + r\Delta U\rho \cdot r](\beta - \alpha r\bar{\vartheta}\rho C)}{2\alpha\beta P_{\Delta y}r} + 1 \right] \right\} \quad (11)$$

$z_f$  -длина рабочей камеры м;  $T$ -температура окружающей среды  $^{\circ}\text{C}$ ; предел изменения температуры  $T_n$  до  $T_s$   $^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta U$ -скорость прохождения продукта по камере.

В расчёте электрофлотатора длина  $L$  и высота  $H$  рабочей камеры считаются постоянными, и для определения ее ширины- $K$ ,  $G$ -эффективности используется следующая формула:

$$K = \frac{4GH_0 m\rho_0 \cos \frac{\pi}{2} S_k}{\pi^2 S_k^2 LR} \quad (12)$$

$S_k$ -площадь поперечного сечения устройства,  $\text{м}^2$ ;  $m, \rho_0$ -масса и плотность  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Экономический эффект от внедрения данных разработок в производство составил 647,6 млн сумов в год.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведён аналитический анализ технологии переработки гранатового сока в Узбекистане: изучен вопрос выращивания плодов граната местных помологических сортов, исследованы химические характеристики гранатового сока и пути улучшения качества гранатового сока, совершенствованы технологии переработки гранатового сока и качества производимых соков с использованием электрофизических методов.

2. Основываясь на эффективности использования энергии СВЧ ЭМП для уничтожения микроорганизмов при пастеризации гранатового сока, было обнаружено, что выживание микроорганизмов зависит от их типа, диэлектрических свойств, концентрации среды обитания, частоты и мощности ЭМП, а также их величины.

3. Экспериментальным методом действием электрического поля  $f=2300$  МГц,  $t=20$   $^{\circ}\text{C}$ , установлено, что комплексная диэлектрическая проницаемость  $\varepsilon'=53,8-61,3$  и  $\varepsilon''=14,3-17,2$  в соке местных сортов граната;

4. При очистке гранатового сока электрофлотацией определено влияние плотности тока на процесс, размещение электродов в камере, свойства вспенивания, температуру сока и высоту слоя.

5. При температуре гранатового сока 45-50 °С найден оптимальный режим очистки при плотности тока  $15 \cdot 20 \text{ мА/см}^2$  и обосновано, что даже при таком способе может образовываться 1-1,5 % осадка.

6. Определены физико-химические показатели гранатового сока в процессе электрофлотации: сухие вещества, сахар, дубильные вещества и красители, кислота, железо, кальций и витамины. Подтверждено отсутствие значительных изменений и улучшение внешнего вида и вкуса.

7. Разработан резонансный пастеризатор для непрерывной пастеризации гранатового сока и двухкамерный комбинированный электрофлотационный аппарат для очистки.

8. Усовершенствована технология производства гранатового сока и его концентрата.

9. Приведены инженерные расчеты устройств пастеризации и электрофлотации. Определена ожидаемая рентабельность производства 647,6 млн сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL Ph.D.03/30.12.2019.T.101.01 ON AWARDING  
SCIENTIFIC DEGREE AT BUKHARA ENGINEERING -  
TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

---

**GULISTAN STATE UNIVERSITY**

**UZAYDULLAYEV AKMALJON OLIMOVICH**

**CREATING A TECHNOLOGY FOR OBTAINING JUICE  
CONCENTRATE FROM LOCAL VARIETIES OF POMEGRANATE**

**02.00.17 - Technology and biotechnology of processing, storage and reprocessing of  
agricultural and food products**

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

**Bukhara – 2022**

**The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2021.3.PhD/T2362.**

The doctoral dissertation has been prepared at the Gulistan state university.

The dissertation author's abstract in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is posted on the website of the Institute ([www.bmti.uz](http://www.bmti.uz)) and the information and educational portal «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz))

**Scientific supervisor:**

**Barakaev Nusratilla Rajabovich**  
Doctor of technical sciences, professor

**Official Opponents:**

**Isabayev Ismail Babadjanovich**  
Doctor of technical sciences, professor

**Mamatov Sherzod Mashrabjanovich**  
Doctor of technical sciences, docent

**Leading organization:**

**Karshi engineering–economic institute**

The defence will take place « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 in \_\_\_\_\_ hours at the meeting of the Scientific council PhD.03/30.12.2019.T.101.01 on awarding scientific degree at Bukhara Engineering-Technological Institute. (Address: 15, K. Murtazaev street, 200117, Bukhara, Uzbekistan. Phone (+99865) 223-78-84; fax: (99865) 223-78-84; e-mail: [bmti\\_info@edu.uz](mailto:bmti_info@edu.uz)).

The doctoral dissertation is available at the Information-Resource Center of the Bukhara Engineering -Technological Institute. (registration number №\_\_\_\_) (Address: 15, K. Murtazaev street, 200117, Bukhara, Uzbekistan. Phone (99865) 223-78-84).

The abstract of the dissertation is distributed on « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 year.  
(Protocol of the distribution № 3 from «18» january 2022 year).

**S.F. Fozilov**

Deputy chairman of Scientific Council of  
awarding of the scientific degree,  
Doctor of Technical Sciences, professor

**R.R. Khayitov**

Scientific Secretary of the Scientific Council  
for awarding the scientific degree,  
Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher

**Sh.M. Xodjiyev**

Chairman of the Scientific Seminar under Scientific  
Council for awarding the scientific degree,  
candidate of technical sciences, docent

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research** work is development of a technology for obtaining juice concentrate from local varieties of pomegranate.

**The object of research** is the study was pomegranate fruits and pomegranate juice, as well as the concentrate obtained during its processing.

**The scientific novelty of the research is:**

the advantages of stopping the vital activity of microorganisms in pomegranate juice under the influence of an electromagnetic field of ultrahigh frequency (UHF) have been substantiated and a device for a microwave pasteurizer has been developed;

based on the advantages of using the flotation method in the process of high-quality purification of pomegranate juice, a two-chamber electroflotator has been developed;

the dielectric constant of local varieties of pomegranate was determined using the proposed electrophysical devices for high-quality purification of juice products;

improved technology for the production of juices and concentrates from local pomegranate fruits;

a method of economic efficiency of the proposed electrophysical devices for the production of high-quality juice products has been developed.

**Implementation of research results.** Based on the obtained scientific results on the development of technology for obtaining juice concentrate from local varieties of pomegranate:

a pomegranate juice pasteurization plant was put into operation at the Master Global Plus enterprise (certificate of the Food Industry Association of Uzbekistan No. 16-127/12-21 dated December 16, 2021). As a result, the activity of microorganisms that affect the quality and shelf life of pomegranate juice is stopped.

an electric flotation machine for cleaning pomegranate from impurities was put into operation at Master Global Plus (Certificate of the Food Industry Association of Uzbekistan No. 16-127/12-21 dated December 16, 2021). As a result, 98 % purification of pomegranate juice was achieved.

**The structure and scope of the dissertation.** The content of the dissertation consists of an introduction, 4 chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 120 pages, which includes 15 figures and 17 tables.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; part I)**

1. Узайдуллаев А.О., Баракаев Н.Р. Технология производства гранатового сока уникальными полезными свойствами // Композиционные материалы, 2018. -№1. –С.25-27. [05.00.00.№13]

2. Узайдуллаев А.О., Баракаев Н.Р. Особенности улучшения качества гранатового сока // Композиционные материалы, 2018. -№1. –С.59-61. [05.00.00.№13]

3. Сатторов К., Узайдуллаев А.О. Технология переработки плодов граната // Композиционные материалы, 2019. -№2. –С.131-132. [05.00.00.№13]

4. N.R.Barakayev, J.M.Kurbanov, A.O.Uzaydullayev Qualitative purification of pomegranate juice using electroflotation // UNIVERSUM: Технические науки. -Москва 2021. -№10(91). [02.00.00.№1]

**II бўлим (II часть; part II)**

5. J.M.Kurbanov, N.R.Barakayev, A.O.Uzaydullayev Pasteurization pomegranate juice by extremely high-frequency electromagnetic field energy // ТДТУ TECHNICAL SCIENCE AND INNOVATION journal, 2020. -4-том -246-252 p.

6. Узайдуллаев А.О. Анор шарбатининг таркиби ва хусусиятлари // Табiiй бирикмалардан қишлоқ хўжалигида фойдаланиш истиқболлари (Республика илмий амалий анжумани материаллари). –Гулистон, 2018. -163-165 б.

7. Узайдуллаев А.О. Современная техника концентрирования гранатовых соков // Табiiй бирикмалардан қишлоқ хўжалигида фойдаланиш истиқболлари (Республика илмий амалий анжумани материаллари). – Гулистон. 2018. -63-65 б.

8. Узайдуллаев А.О., Баракаев Н.Р. Гранат-уникальными полезными свойствами считается “королем среди всех плодов” на Востоке // Вестник научных конференций “Наука, образование, общество” (По материалам международной научно-практической конференции). 2018. –С.157-158.

9. Узайдуллаев А.О. Анор шарбати технологияси // “Озиқ-овқат саноатида инновацион технологияларни тадбиқ этишининг долзарб масалалари” (Республика илмий-амалий конференцияси материаллари). – Гулистон. 2019. -20-21 б.

10. Узайдуллаев А.О., Курбанов Ж.М. Анор мевасининг диэлектрик хусусиятини экспериментал аниқлаш // «Умидли кимёгарлар-2020» Ёш олимлар, магистрантлар ва бакалавриятталабаларини ХХІХ илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами. –Тошкент. 2020. -297-298 б.

11. Баракаев Н.Р., Курбанов Ж.М., Узайдуллаев А.О. Анорнинг электрофизикавий хусусиятини экспериментал тадқиқоти // Озиқ-овқат, нефтгаз ва кимё саноатини ривожлантиришнинг долзарб муаммоларини ечишнинг инновацион йўллари” халқаро илмий конференция. Бухоро. 2020. - I-том. -128-130 б.

12. Баракаев Н.Р., Курбанов Ж.М., Узайдуллаев А.О. Анор шарбатини электромагнит майдон энергияси ёрдамида пастеризациялаш тадқиқоти // Озиқ-овқат, нефтгаз ва кимё саноатини ривожлантиришнинг долзарб муаммоларини ечишнинг инновацион йўллари” халқаро илмий конференция. Бухоро. 2020. -I-том. -269-271 б.

13. Узайдуллаев А.О., Курбанов Ж.М. Очистка гранатового сока методом электрофлотации // Наука, техника и развитие инновационных технологий», посвященной 30-летию юбилею независимости туркменистана материалы научной конференции. Аşgabat • Ýlym. 2021. – С.178-180.





Автореферат “Дурдона” нашриётида таҳрирдан ўтказилди ҳамда ўзбек,  
рус ва инглиз тилларидаги матнларнинг мослиги текширилди.

Босишга рухсат этилди: 03.02.2022 йил. Бичими 60x84 1/16 ,  
«Times New Roman» гарнитурда рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табоғи 3. Адади: 100 нусха. Буюртма № 13.

Гувоҳнома АІ №178. 08.12.2010.  
“Садриддин Салим Бухорий” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилди.  
Бухоро шаҳри, М.Иқбол кўчаси, 11-уй. Тел.: 65 221-26-45



