

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

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

САЛИЖОНОВА ШАХНОЗАХОН ДИЛМУРОДОВНА

**ИНУЛИНЛИ ГИДРОГЕЛЛАР ИШТИРОКИДА МАРГАРИН
МАҲСУЛОТЛАРИ ОЛИШНИНГ ИЛМЙ АСОСЛАНГАН
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

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

**Техника фанлари доктори (Doctor of Science) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент - 2025

Докторлик диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата докторской диссертации
Contents of the abstract of doctoral dissertation

Салижонова Шахнозахон Дилмуродовна

Инулинли гидрогеллар иштирокида маргарин
маҳсулотлари олишнинг илмий асосланган
технологиясини ишлаб чиқиш

3

Салижонова Шахнозахон Дилмуродовна

Разработка научно обоснованной технологии
получения маргариновой продукции с исполь-
зованием инулиновых гидрогелей.....

29

Salijonova Shakhnozakhon Dilmurodovna

Development of a scientifically based
technology for the production of margarine
products using inulin hydrogels

55

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works

59

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

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

САЛИЖОНОВА ШАХНОЗАХОН ДИЛМУРОДОВНА

**ИНУЛИНЛИ ГИДРОГЕЛЛАР ИШТИРОКИДА МАРГАРИН
МАҲСУЛОТЛАРИ ОЛИШНИНГ ИЛМИЙ АСОСЛАНГАН
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

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

**Техника фанлари доктори (Doctor of Science) диссертацияси
АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент - 2025

Фан доктори (Doctor of Science) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2025.2.DSc/T782 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз(резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tkti.uz) ва «Ziynet» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Абдурахимов Аҳроп Анварович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Исабаев Исмоил Бабаджанович
техника фанлари доктори, профессор

Ахмедов Азимжон Нормўминович
техника фанлари доктори, профессор

Йўлчиев Аслбек Бахтиёрбекович
техника фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Фарғона давлат техника университети

Диссертация химояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.04.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2025 йил «___» _____ соат ___ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар, Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўч. 32. Тел.: (99871)244-79-20, факс: (99871)244-79-17, e-mail: info@tkti.uz).

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

Диссертация автореферати 2025 йил «___» _____ куни тарқатилди.
(2025 йил «___» _____ даги №___ рақамли реестр баённомаси).

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

Х.И. Кадиров
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш котиби,
т.ф.д., профессор

Қ.П. Серкаев
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш қошидаги илмий семинар раиси,
т.ф.д., доцент

КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлашнинг аниқ механизмларини ишлаб чиқиш муҳим ва глобал аҳамиятга молик бўлиб, аҳоли ўртасида ошиб бораётган қандли диабет, ортикча вазн, юрак қон-томир касалликларининг олдини олиш муҳим масалалардан ҳисобланади. Мазкур касалликлар нотўғри овқатланиш ва ёғ-мой маҳсулотларини меъеридан кўп истеъмол қилиш билан боғлиқ. Бу касалликлар профилактикаси учун маҳсус ёғ-мой маҳсулотларини ишлаб чиқариш, хусусан, биологик фаол ва озиқавий кўшимчаларни озиқ-овқат маҳсулотлари таркибида қўллаш, маҳсулот таркибини муҳим бўлган биологик фаол бирикмалар билан бойитиш, синтетик аналогларидан ўзининг тўйимлилиги, кимёвий таркиби ва организмда тез хазм бўлиши билан устун турадиган табиий манбалардан олинган ёғ тақлидчиларини қўллаб янги турдаги маргарин рецептларини яратиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда ҳайвон ва ўсимлик манбаларидан табиий функционал ва биологик фаол моддаларни ажратиб олиш, уларни турли хил ёғ маҳсулотларининг рецептларида ёғ тақлидчилари сифатида киритиш билан принципиал жиҳатдан янги хусусиятларга эга тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқариш, амалдаги технологик жараёнларни такомиллаштиришга ва ресурстежамкор технологияларини қўллашга қаратилган чуқур тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада функционал ва биологик фаол моддалар асосида гидрогеллар ҳосил қилиш, янги маҳсулот ассортиментлари яратиш, ёғ тақлидчиларини гўшт, сут, қандолат ва бошқа озиқ-овқат маҳсулотлари таркибида ёғ ўринбосарлари сифатида қўллаш, физик-кимёвий ва органолептик хусусиятларига таъсирини аниқлаш, инсон организмга таъсирини тадқиқ қилиш, *in-vivo* ва *in-vitro* шаклларда синовлардан ўтказиш, табиий хомашёлардан самарали фойдаланиш билан озиқ-овқат маҳсулотлари ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштириш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Республикамизда сўнгги йилларда озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлаш, аҳолига юқори сифатли тўлақонли озиқ-овқат маҳсулотларини етказиб бериш, импорт ўрнини босувчи маҳсулотлар турлари ва ҳажмини кенгайтириш, маҳаллий хомашёлар асосида ёғдорлиги камайтирилган ёғ маҳсулотлари ишлаб чиқариш технологияларини ривожлантириш бўйича маълум натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Тараққиёт стратегиясида «саноатни сифат жиҳатдан янги босқичга кўтариш, маҳаллий хом ашё манбаларини чуқур қайта ишлаш, тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни жадаллаштириш, янги турдаги маҳсулотлар ва технологияларни ўзлаштириш»¹ вазифалари белгилаб берилган. Бу борада табиий манбалардан олинган ёғ тақлидчиларини қўллаб янги турдаги маргарин рецептларини ишлаб чиқиш, улар асосида ёғдорлиги камайтирилган, юқори сифатли ва енгил хазм бўлувчи маргарин маҳсулотлари ишлаб чиқариш технологияларини яратиш бўйича илмий тадқиқотлар олиб бориш долзарб ҳисобланади.

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 «2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистон тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги фармони

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 «2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистон тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш дастури тўғрисида»ги, 2022 йил 6 июлдаги ПҚ-307-сон «2022-2026 йилларда Ўзбекистон Республикасининг инновацион ривожланиш стратегиясини амалга ошириш бўйича ташкилий чора-тадбирлар тўғрисида»ги, 2020 йил 9 сентябрдаги ПҚ-4821-сон «Республика озиқ-овқат саноатини жадал ривожлантириш ҳамда аҳолини сифатли озиқ-овқат маҳсулотлари билан тўлақонли таъминлашга доир чора-тадбирлар тўғрисида»ги, 2020 йил 10 ноябрдаги ПҚ-4887-сон «Аҳолининг соғлом овқатланишини таъминлаш бўйича кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги, 2019 йил 23 октябрдаги ПҚ-5853-сон «Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигини ривожлантиришнинг 2020-2030 йилларга мўлжалланган стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида»ги, қарорлари ҳамда Вазирлар Маҳкамасининг 2022 йил 20 январдаги 37-сон «Республикада озиқ-овқат маҳсулотлари ишлаб чиқарувчиларини янада қўллаб-қувватлаш тўғрисида»ги қарори ҳамда, мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг VII. «Кимё технологиялари ва нанотехнологиялар» устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи². Ёғ тақлидчиларини олиш, уларнинг хоссаларини аниқлаш, озиқ-овқат маҳсулотлари таркибида қўллаб ёғдорлиги камайтирилган маргарин рецептларини шакллантириш ва ишлаб чиқариш технологияларини такомиллаштиришга йўналтирилган илмий ишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, Yildiz Technical University (Туркия), University of Copenhagen (Дания), University of Extremadura (Испания), Jiangnan University (Хитой), Ankara University (Туркия), Latvia University of Life Sciences and Technologies (Латвия), University of Belgrade (Сербия), Қозон миллий тадқиқот ва технологик университети (Россия), Бутунроссия ёғлар илмий-тадқиқот институти (Россия), American Oil Chemists' Society (АОС) (АҚШ), Cornell university (АҚШ), Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети (Ўзбекистон), Тошкент кимё-технология нститути (Ўзбекистон)да олиб борилмоқда.

Углевод, оксил ва ёғ асосли ёғ тақлидчиларининг янги манбаларини топиш, физик-кимёвий ва реологик хусусиятларини аниқлаш, улардан озиқ-овқат маҳсулотлари ишлаб чиқариш технологиясида рационал фойдаланишга оид олиб борилган тадқиқотлар юзасидан қатор илмий натижалар олинган, жумладан

²Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи: www.czu.cz, www.iitb.ac.in, www.unipage.net, www.cnr.it, www.put.poznan.pl, www.polandstudy.com, www.cextremelab.edu.rs, www.upm.es, www.umt.edu.pk, www.hotcourses.ru, www.gatech.edu, www.unist.ac.kr, www.tdtu.uz, www.tkti.uz, www.urmon.uz ва бошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган.

таркибида кўп миқдорда озуқа моддалари бўлган оқсил, витаминлар, углеводлар, макро- ва микроэлементларга бой бўлган озиқавий қўшимчалардан озиқ-овқат маҳсулотлари таркибида фойдаланиш технологияси ишлаб чиқилган (Yildiz Technical university (Туркия), University of Extremadura (Испания)), озиқ-овқат маҳсулотлари таркибида ёғ тақлидчиларидан фойдаланишда тайёр маҳсулотларнинг хавфсизлиги ва сифат кўрсаткичлари аниқланган (University of Copenhagen (Дания), Ankara university (Туркия)), ўсимликлардан олинган текстуратлар, изолятлар ва концентрат ингредиентлари ишлаб чиқариш технологияси яратилган (University of Granada и Institute of Nutrition and Food Technology «José Mataix», Испания), маҳаллий топинамбур ўсимлиги асосида озуқа элементларига бой озиқавий қўшимчалар ишлаб чиқаришда, уларнинг функционал-технологик хусусиятлари аниқланган (Department of Chemistry, McGill University, Канада), маргарин, спред, майонез, музқаймоқ ва шу каби ёғли эмульсияли маҳсулотлар таркибидаги ёғ миқдорини камайтириш мақсадида ёғ тақлидчилари рецептурага киритиш билан олиш технологияси такомиллаштирилган (Тошкент кимё-технология институти, Тошкент давлат аграр университети, Ўзбекистон).

Дунёда ўсимлик манбаларидан табиий функционал ва биологик фаол моддаларни ажратиш, ёғ маҳсулотларининг рецептларида ёғ тақлидчилари сифатида киритиш билан янги хусусиятларга эга тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқариш технологияларини ишлаб чиқиш бўйича қатор, устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда, жумладан, биологик фаол ва озиқавий қўшимчалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш, маргарин рецептини такомиллаштиришда саломас, пахта пальмитини, пальма мойи, переэтерификацияланган ёғлар ва пахта мойларини қўллаш, хомашёларнинг маргаринни органолептик кўрсаткичларига салбий таъсирини камайтириш, синтетик аналогларидан тўйимлилиги ва организмда тез хазм бўлиши билан устун табиий манбалардан олинган ёғ тақлидчиларини қўллаб янги турдаги маргарин рецептларини яратиш ва амалиётга жорий этиш шулар қаторига киради.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Табиий полимерлар, углеводлар, оқсиллар ва шу каби гидрогель ҳосил қилувчи моддалар, улар асосида ёғ тақлидчиси сифатида қўлланиладиган гидрогеллар олиш технологияси ҳамда олинган гидрогелларни хоссаларини ўрганиш бўйича Anna Florowska, L.Zhang, Z.Herceg, Adonis Hilal, Ali Maha, Mostafa Rehab, Raja Aravamuthan, Tomasz Florowski, C.F.Ognean, Biljana Pajin, Ivana Nikolić, A.Patel, H.Liu, Johannes Dreher, Maurice König, Kurt Herrmann, Jochen Weiss, Е.Ю.Сорокина, А.П.Нечаев, В.В.Ключкин, Н.С.Арутюнян, Е.П.Корнена, А.Н.Лисицин, Ю.К.Кадиров, С.А.Абдурахимов, И.Б.Исабаев, А.Т.Рузибаев, Д.А.Рахимов, С.Х.Абдураззакова, Ғ.Рахмонбердиев, Қ.О.Додаев ва бошқалар томонидан илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Улар томонидан гидрогель ҳосил қилиш хусусиятига эга моддаларнинг хоссалари аниқланган, гель ҳосил қилишнинг мақбул режимлари ишлаб чиқилган ва олинган гидрогеллар турли озиқ-овқат маҳсулотлари рецептида ёғ ўринбосари сифатида қўлланилган, ёғ ўринбосари қўшилган маҳсулотларнинг

органолептик, физик-кимёвий, токсикологик, микробиологик ва бошқа хусусиятлари ўрганилган.

Шу билан бирга топинамбур туганаги, ундан инулин олиш, инулиннинг хоссаларини ўрганиш, инулин асосида гидрогеллар олиш ва уларни турли озиқ-овқат маҳсулотлари таркибида ёғ тақлидчиси сифатида қўллаб, ёғ миқдори камайтирилган маҳсулотлар ишлаб чиқариш технологияларини яратиш йўналишида илмий ишлар олиб борилмоқда.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент кимё-технология институтининг илмий-тадқиқот ишлари режаларига мувофиқ №АМ-ФЗ-201908159 «Маҳаллий хомашёлар асосида функционал қўшимчалар билан бойитилган парҳезли маргарин олиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2020-2022 йй) ҳамда АЛ-7823051664 рақамли «Маҳаллий хомашёлар асосида шакар миқдори камайтирилган шоколадли паста ишлаб чиқариш» (2024-2025 йй) мавзусидаги амалий лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади маҳаллий топинамбур туганагидан инулинли экстракт олиш ва уни ёғ тақлидчиси сифатида қўллаб, ёғдорлиги камайтирилган маргарин рецептини шакллантириш ҳамда ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

топинамбур туганагидан инулиннинг сувли экстрактини олиш жараёнини тадқиқ қилиш, олинган экстрактнинг таркиби ва физик-кимёвий хусусиятларини аниқлаш;

инулинли эритма ва экстрактларнинг реологик хоссаларини ўрганиш;

инулинли эритма ва экстрактлар асосида гидрогеллар тайёрлаш ҳамда уларнинг хусусиятларини тадқиқ қилиш;

инулинли гидрогелларни ёғ тақлидчиси сифатида қўллаб, маргарин рецептларини шакллантириш;

инулинли гидрогелларни маргариннинг физик-кимёвий хусусиятларига таъсирини ўрганиш;

ёғ тақлидчиларини қўллаб, маргарин ишлаб чиқаришнинг оптимал шарт-шароитларини аниқлаш;

олинган янги турдаги маргаринларнинг таркибидаги ёғ тақлидчиларини маҳсулотнинг сақланиш муддатига таъсирини аниқлаш;

ёғ тақлидчилари билан бойитилган маргаринни хавфсизлик кўрсаткичларини тадқиқ қилиш;

ёғ тақлидчиларини қўллаб, маргарин ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш ва ишлаб чиқаришнинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида маҳаллий топинамбур туганаги, инулин, перээтерификацияланган ёғ, эмульгатор ва бошқа қўшимчалар олинган.

Тадқиқотнинг предмети инулинли гелларни ёғ тақлидчилари сифатида қўллаб, ёғдорлиги камайтирилган маргарин рецептини шакллантиришнинг илмий асосларини ишлаб чиқиш ва унинг қонуниятларини ўрганиш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Илмий тадқиқот ишида ҳомашё ва тайёр маҳсулотларнинг физик-кимёвий, биокимёвий, микробиологик ва токсикологик усуллар, шунингдек, олинган натижаларни эксперимент услуби ёрдамида маҳсулот таркибида реологик хусусиятларини таҳлил этиш усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгиликлари қуйидагилардан иборат:

топинамбур тугунагидан сифатли инулинли экстракт олиниб, ультратовуш тўлқинларида жараён давомийлиги анъанавийга нисбатан 1,5 мартагача қисқариши исботланган;

инулинли эритма ва экстрактлар асосида олинган гидрогелларнинг реологик хоссалари аниқланиб, маргарин рецептларида ёғ тақлидчиси сифатида қўллаш ёғ сарфини 12–20% гача камайтириши асосланган;

инулинли гидрогелларни маргаринларнинг физик-кимёвий ва органолептик хусусиятларига таъсир қонуниятлари аниқланиб, уларни ёғ тақлидчиси сифатида қўлаб олинган маргарин эмульсияларни совутиш жараёнларини анъанавийга нисбатан 3-4°C паст ҳароратларда олиб бориш самарали эканлиги асосланган;

инулинли экстракт асосида олинган ёғ тақлидчили маргариннинг сақлаш муддати 1,3-1,5 марта узайиши исботланган ва микробиологик ва токсикологик кўрсаткичлари бўйича хавфсизлиги асосланган;

маҳаллий топинамбур тугунагидан инулинли экстракт олиш ва уни ёғ тақлидчиси сифатида қўлаб ёғдорлиги камайтирилган маргарин олиш технологияси такомиллаштирилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

маҳаллий топинамбур тугунагидан юқори сифатли инулиннинг сувли экстрактини олиш интенсив технологияси ишлаб чиқилган;

инулиннинг сувли эритмаси ва топинамбур тугунагидан олинган инулин экстрактдан гель ишлаб чиқариш мақбул параметрлари аниқланган;

углевод асосли гидрогелларни ёғ тақлидчиси сифатида қўллаш орқали ёғдорлиги камайтирилган маргарин рецепти ишлаб чиқилган;

ёғ тақлидчиларини қўлаб маргарин ишлаб чиқариш технологияси такомиллаштирилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги инулиннинг сувли эритмаси ва топинамбур тугунагидан олинган инулинли геллар ишлаб чиқишда физик-кимёвий, биокимёвий, микробиологик ва токсикологик усуллардан фойдаланилганлиги, ёғдорлиги камайтирилган маргарин рецептларини ишлаб чиқиш шароитида экспериментал тадқиқотлар, олинган тайёр маҳсулотларни аккредитациядан ўтган сертификатланган лаборатория таҳлиллари асосида, амалиётда фойдаланилаётган намуналар билан қиёсий натижаларининг мослиги билан изоҳланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти топинамбур тугунаги инулинидан ультратовуш таъсирида, сувли экстрагентда экстракциялаш билан олинган гелнинг маргарин ишлаб чиқариш жараёнида фойдаланишда, уларнинг функционал-технологик хусусиятлари, органолептик кўрсаткичларининг яхшиланиши ва технологик жараённинг қисқартирилганлиги, тайёр маҳсулот

чиқишининг ошганлиги, гель маргарин таркибида ёғ тақлидчиси сифатида қўлланилганда ёғ, гель ва сувли фазалар орасидаги боғлиқликни илмий асоси яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти топинамбур туганагидан инулинли экстракт асосида гель олиш, маргарин таркибида ёғ тақлидчиси сифатида қўллаш орқали импорт ёғ сарфини камайтириш, маргариннинг парҳезбоплик хусусиятларини ошириш ҳамда олинган гелни озиқ-овқат, ёғ-мой, гўшт-сут, кандолатлар таркибида қўллаш орқали, маҳсулот ишлаб чиқариш унумдорлигини оширишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Маҳаллий топинамбур туганагидан инулинли экстракт олиш ва уни ёғ тақлидчиси сифатида қўллаб, ёғдорлиги камайтирилган маргарин рецептини шакллантириш, ишлаб чиқариш технологиясини такомиллаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

топинамбур туганагидан интенсив усулда оч рангли инулинли экстракт олиш технологияси «Best Tastes Technology» МЧЖ корхонасида амалиётга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Ёғ-мой саноат корхоналари уюшмасининг 2025 йил 3 январдаги КС/3-4-сон маълумотномаси). Натижада органолептик хусусиятлари яхшилانган, юқори сифатли инулинли экстракт олиш имконини берган;

маҳаллий топинамбур туганагидан инулин экстракти олиш технологияси «Best Tastes Technology» МЧЖ корхонасида амалиётга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Ёғ-мой саноат корхоналари уюшмасининг 2025 йил 3 январдаги КС/3-4-сон маълумотномаси). Натижада анъанавий усулга нисбатан инулин миқдори юқори бўлган экстракт олиш имконини берган;

ёғ тақлидчиларини қўллаб, ёғдорлиги камайтирилган, янги турдаги маргарин ишлаб чиқариш технологияси Ўзбекистон Республикаси Ёғ-мой саноат корхоналари уюшмасининг «2024-2026 йилларда амалиётга жорий этиладиган ишланмалар рўйхатига киритилган» (Ўзбекистон Республикаси Ёғ-мой саноат корхоналари уюшмасининг 2025 йил 3 январдаги КС/3-4-сон маълумотномаси). Натижада 80 ва 60 % ли маргарин ёғли асоси миқдорини мос равишда 60 ва 45 % гача камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари маъруза кўринишида 12 халқаро ва 4 республика илмий-техник анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларини эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича 1 та патент, 2 та монография, 25 та илмий иш чоп этилган, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари (DSc) асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 9 та илмий мақола, жумладан 3 та маҳаллий ва 6 та хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловадан иборат. Диссертациянинг ҳажми 198 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

Диссертациянинг **«Ёғ миқдори камайтирилган маргарин маҳсулотларининг истиқболли йўналишлари»** деб номланган биринчи бобида мавзу бўйича олиб борилган илмий тадқиқотларнинг натижалари, хорижий ва маҳаллий адабиётларнинг таҳлили батафсил баён этилган. Маълумотлар умумлаштирилган ва илмий таҳлил қилинган. Маргариннинг турлари ва уларни ишлаб чиқариш технологиялари, ёғлилиги камайтирилган эмульция маҳсулотларнинг бугунги кундаги аҳамияти, ёғ тақлидчилари билан бойитилган парҳезли маргарин рецептлари ва уларни такомиллаштириш истиқболлари ҳақида атрофлича маълумотлар келтирилган ва шарҳланган. Турли озикавий моддалар асосидаги ёғ тақлидчиларини ёғ ўрнида қўллаб, озик-овқат маҳсулотлари олинган ва уларнинг хоссалари ҳамда ишлатилиш соҳалари тадқиқотчилар томонидан кенг ўрганилган. Инулин асосидаги ёғ тақлидчиларини озик-овқат маҳсулотларида, жумладан, маргаринларда қўллаш бўйича етарлича ўрганилмаганлиги келтириб ўтилган. Илмий адабиётлардаги манбалар асосидаги хулосалардан келиб чиқиб, диссертация ишининг долзарблиги ва зарурати, мақсади ва вазифалари белгилаб олинган.

Диссертациянинг **«Маргарин олиш техникаси, маҳсулот ва хомашёларни таҳлил қилиш усуллари»** деб номланган иккинчи бобида тадқиқот хомашёлари, уларнинг тавсифи, хомашёларни тайёрлаш ва маргарин эмульсиясини олишнинг лаборатория қурилмаси, маргарин олишда қўлланилган хомашё ва тайёр маҳсулотларни таҳлил қилиш усуллари, инулинли гелларни олиш ва таҳлил қилиш усуллари, тадқиқот натижаларини статистик қайта ишлаш ва хатоликларни баҳолаш усуллари бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Маҳаллий топинамбур туганагидан инулин экстрактини олишнинг тадқиқоти»** деб номланган учинчи боби топинамбур туганагидан экстрактини олиш, жараённи ультратовуш таъсирида жадаллаштириш, олинган экстрактларнинг хусусиятларини ўрганиш, инулинли гидрогеллар олиш, органолептик ва реологик хоссаларини ўрганишга бағишланган.

Топинамбур туганагидан инулинли экстракт олишнинг пресслаш, пресслаш-экстракциялаш ва экстракциялаш усуллари тадқиқ қилиниб, ҳар бир усулда технологик жараёнларнинг кўрсаткичлари ўрганилган. Топинамбур туганагидан тўғридан-тўғри инулинли экстракт олинганда унинг ранги қорайиб, органолептик кўрсаткичлари талаб даражасида бўлмаган. Шу сабабли, топинамбур туганагини дастлаб қуритиб, ундан кукун олинган ва кукунни экстракциялаб, инулинли экстракт олинган.

Экстрактнинг сифати кукунга ва кукуннинг сифати топинамбур туганаги парракларини қуритиш жараёнига боғлиқ бўлади. Шу сабабли топинамбур туганаги парраклари хона ҳарорати ва 40-дан 80°C гача бўлган ҳароратларда қуритилиб, ҳароратни маҳсулотнинг органолептик ва физик-кимёвий кўрсаткичларига таъсири ўрганилган (1-жавдал).

1-жадвал

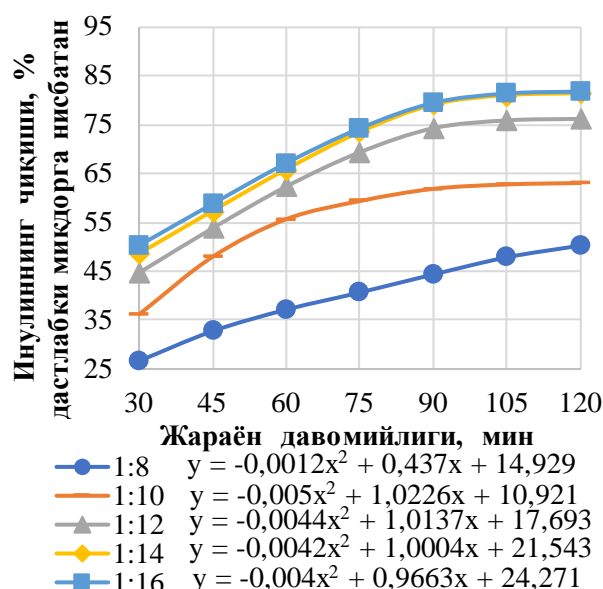
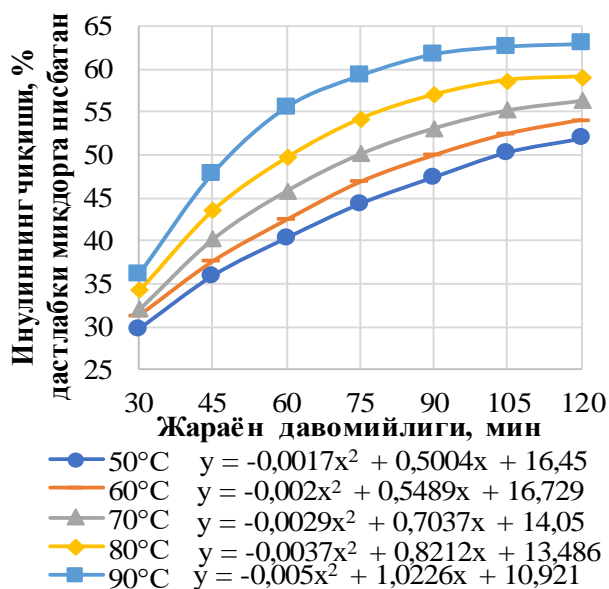
Қуритиш ҳароратини олинadиган маҳсулотнинг органолептик ва физик-кимёвий кўрсаткичларига таъсири

Кўрсаткич номи	Қуритиш ҳарорати, °C					
	Хона ҳарорати	40	50	60	70	80
Органолептик кўрсаткичлари, балл						
Ранги	9	9	8	8	7	6
Таъми	8	8	8	8	9	9
Ҳиди	9	9	9	9	8	8
Консистенцияси	9	8	8	7	7	6
Жами	35	34	33	32	31	29
Физик-кимёвий кўрсаткичлари						
Намлик ва учувчан моддалар масса улуши, %	7,5	7,1	7,0	7,8	7,3	6,3
Углеводларнинг масса улуши, %	68,8	69,5	69,6	68,4	69,4	70,0
жумладан инулин, %	44,0	44,3	44,2	42,8	42,6	41,2
Оқсилнинг масса улуши, %	9,1	9,2	9,2	9,1	9,2	9,3
Минерал моддаларнинг масса улуши, %	5,6	5,8	5,8	5,4	5,8	5,9
Бошқа моддалар, %	9,0	8,4	8,4	9,3	8,3	8,5

1-жадвалдан кўринадики, қуритиш ҳарорати маҳсулотнинг органолептик кўрсаткичларига жиддий таъсир кўрсатган. Юқори ҳароратларда топинамбур туганаги парракларининг ранги ва консистенциясида пасайиши кузатилган. Топинамбур парракларининг дастлабки қуритиш ҳарорати ва жараён давомийлигига боғлиқ равишда намлиги 6,3-7,8% гача камайган. Бу эса ўз набатида қуритилган маҳсулотда углеводларнинг масса улушини 68,4-70% гача, оқсилларнинг 9,1-9,3% гача ва минерал моддаларни 5,4-5,9% гача ортишига олиб келган. Жумладан, инулин миқдори ҳам 41,2-44,3% гача ортган. Бунда юқорироқ ҳароратларда қуритиш инулиннинг бир қисмини гидролизланишига олиб келган. Энг яхши натижалар хона ҳароратидан 50°C гача ҳароратда қуритилганда олинган. Ундан юқори ҳароратларда кўрсаткичларда пасайиш кузатилган.

Қуритилган топинамбур туганаги кукуни (ТТК) олинди ва унинг массасига нисбатан 1:10 миқдорда сув билан 50 дан 90°C ҳарорат оралиғида 30-120 мин давомида экстракция қилинди. Бунда жараёнга вақт ва ҳароратнинг таъсири ўрганилди. Олинган натижалар 1а-расмда келтирилган.

1а-расмдан кўринадики экстракциялаш жараёнининг давомийлиги ва ҳароратининг ортиб бориши билан инулиннинг чиқиши ортиб борган. Жараён 50°C ҳароратда 120 мин экстракцияланганда инулиннинг чиқиши паст бўлган. 90°C ҳароратда 90-105 мин оралиғида максимал даражада (63%) инулин олишга эришилган. Қолган ҳароратларда эса бу кўрсаткич пастроқ бўлди.



1-расм. Экстракциялаш жараёни давомийлиги, ҳарорат (а) ҳамда гидромодульнинг (б) ТТКдан инулин чиқиш миқдорига таъсири.

ТТКни 1:8, 1:10, 1:12, 1:14 ва 1:16 нисбатлардаги сув билан 90°C ҳароратда 30-120 минут давомида экстракциялаб, инулинни чиқишига гидромодульнинг таъсири ўрганилган. Олинган натижалар 1б-расмда келтирилган.

1б-расмдан кўринадик, инулиннинг дастлабки миқдорига нисбатан чиқиши гидромодуль 1:8 дан 1:16 гача ортганда экстракциялаш давомийлигига қараб 26,6 дан 81,7% гача ошиб борган. Энг яхши натижалар гидромодуль 1:14 ва 1:16 ҳамда экстракциялаш давомийлиги 90 мин бўлганда олинган. Гидромодуль ва экстракциялаш давомийлигининг кейинги ортиши инулиннинг чиқишига сезиларли даражада таъсир этмаган.

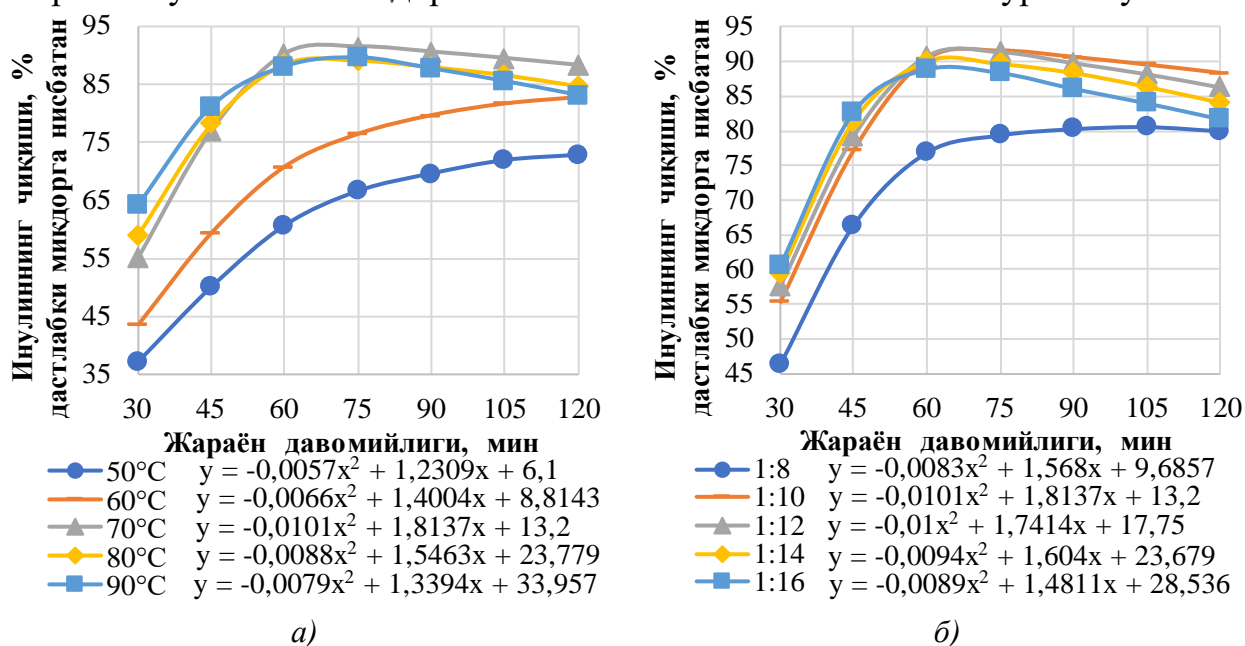
ТТКдан инулинни экстракциялаш жараёнини жадаллаштириш ва унумдорлигини ошириш учун у 40 кГц частотали ультратовуш таъсирида экстракцияланди. Бунда ТТК массасига нисбатан 1:10 миқдорда сув қўшилиб, жараён ҳарорати 50 дан 90°C гача ва давомийлиги 30 дан 120 мин этиб белгиланди. Инулиннинг чиқишига ҳарорат ва жараён давомийлигининг таъсири ўрганилди. Олинган натижалар 2а-расмда келтирилган.

2а-расмдан кўринадик, ТТКдан инулинни экстракциялаш жараёнида ультратовушнинг таъсири сезилган. 50 ва 60°C ҳароратларда 75 дақиқагача экстракцияланганда инулиннинг чиқиши жадал ортиб борган, сўнг ўзгармаган. 70-90°C ҳароратларда инулиннинг чиқиш миқдори 60 дақиқагача ортган, сўнг камайган. Экстракциялаш ҳарорати ошиши, инулиннинг бир қисми “термик” парчаланишига олиб келади.

Турли нисбатлардаги гидромодульларда ТТК таркибидаги инулинни экстракциялаш жараёнига ультратовушнинг вақт бирлигидаги таъсири ўрганилди. Бунда гидромодуль 1:8, 1:10, 1:12, 1:14, 1:16 қилиб олинди ва жараён 70°C да 30-120 мин давомида олиб борилди. Натижалар 2б-расмда келтирилган.

2б-расмдан кўриниб турибдики, гидромодуль 1:8 дан 1:16 гача ортиб бориши билан инулиннинг экстракцияланиши ҳам ўзгариб борган. Барча гидромодульларда экстракцияланиш вақти 60 мин бўлганда энг юқори натижани

кўрсатганини, 1:10 ва ундан юқори нисбатларда экстракция жараёнини давом эттириш инулиннинг миқдорини камайишига олиб келганини кўриш мумкин.



2-расм. Ультратовуш ёрдамида экстракциялаш жараёни давомийлиги, ҳарорат (а) ҳамда гидромодулни (б) ТТКдан инулин чиқиш миқдорига таъсири.

Юқоридаги натижалардан хулоса шуки, ТТКдан ультратовуш ёрдамида инулинни экстракция қилиш жараёнининг давомийлигини 60 мин, ҳароратни 70°C ва гидромодулни 1:10 нисбатда белгилаш мақсадга мувофиқ бўлади. Аънавий ва ультратовушли усулларнинг энг мақбул технологик режимлари ва улардан олинган экстрактларнинг кимёвий таркиблари 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Аънавий усулда (АН) ва ультратовуш ёрдамида (УТ) ТТКдан инулинли экстракт олиш жараёнларининг мақбул технологик режимлари ва экстрактнинг таркиби

Кўрсаткич номи	Экстракциялаш усуллари			
	аънавий усулда	ультратовуш ишлови иштирокида	аънавий усулда	ультратовуш ишлови иштирокида
Ҳарорат, °C	90	90	70	70
Жараён давомийлиги, мин	90	60	90	60
Гидромодуль	1:14	1:14	1:10	1:10
pH кўрсаткич	6,5-7,0	6,5-7,0	6,5-7,0	6,5-7,0
Экстрактнинг кимёвий таркиби				
Углевод миқдори, %	4,6	5,3	4,1	6,0
Инулин миқдори, %	2,5	3,4	2,4	3,9
Оқсил миқдори, %	0,4	0,5	0,3	0,6
Намлик ва учувчан моддалар миқдори, %	93,9	93,0	94,4	92,2
Бошқа моддалар, %	1,1	1,2	1,2	1,2

2-жадвалдан кўринадикки, инулин экстракти олишда ультратовуш таъсиридан фойланиш жараён ҳароратини 20°C га, давомийликни 30 мин га ва

гидромодулни 1,4 мартага камайтирган. Шунингдек, углеводларни ажралиши 1,3 марта, инулин ва оксил ажралишини 1,5 мартагача ошган.

Экстрактдаги куруқ моддаларнинг, жумладан инулиннинг концентрациясини ошириш мақсадида мақбул технологик режимларда олинган экстрактлар қолдиқ босим 150-200 мм.с.м.уст.да, 70°С ҳароратда вакуум-шароитида буғлатиб қуюлтирилган. Қуюлтириш жараёни инулин миқдори 10, 20, 30 ва 40% бўлгунга қадар давом эттирилган. Олинган экстрактларнинг таркиби таҳлил қилинган ва натижалар 3-жадвалда келтирилган.

3-жадвал

Ажратиб олинган инулинли экстрактларнинг турли концентрациядаги таркиби

Компонентлар номи	Дастлабки		Қуюлтирилган							
			10%		20%		30%		40%	
	АЭ	УЭ	АЭ	УЭ	АЭ	УЭ	АЭ	УЭ	АЭ	УЭ
Углевод миқдори, %	4,6	6,0	18,49	15,48	36,5	31,2	54,72	47,35	72,5	61,73
инулин миқдори, %	2,5	3,9	10,20	10,06	20,10	20,28	30,19	30,77	40,01	40,12
Оксил миқдори, %	0,5	0,6	1,64	1,55	3,2	3,12	4,85	4,73	6,43	6,17
Бошқа моддалар, %	1,0	1,2	3,46	3,09	6,8	6,24	10,24	9,47	13,56	12,35
Намлик ва учувчан моддалар миқдори, %	93,9	92,2	76,41	79,88	53,5	59,44	30,19	38,45	7,5	19,75
Жами	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

3-жадвалда анъанавий ва ультратовуш ёрдамида ажратиб олинган экстрактнинг 4 хил концентрациядаги таркиби келтирилган. Бунда дастлабки анъанавий усулда олинган экстрактнинг таркибидаги куруқ моддалар миқдори 6,1%, углеводлар миқдори 4,6%, шундан инулин миқдори 2,5% ҳамда сув миқдори 93,9% ни ташкил этган. Ультратовуш ёрдамида олинган экстракт таркибида куруқ моддалар миқдори 7,8%, углеводлар миқдори 6,0%, шундан инулин миқдори 3,9% ҳамда сув миқдори 92,2% ни ташкил қилган.

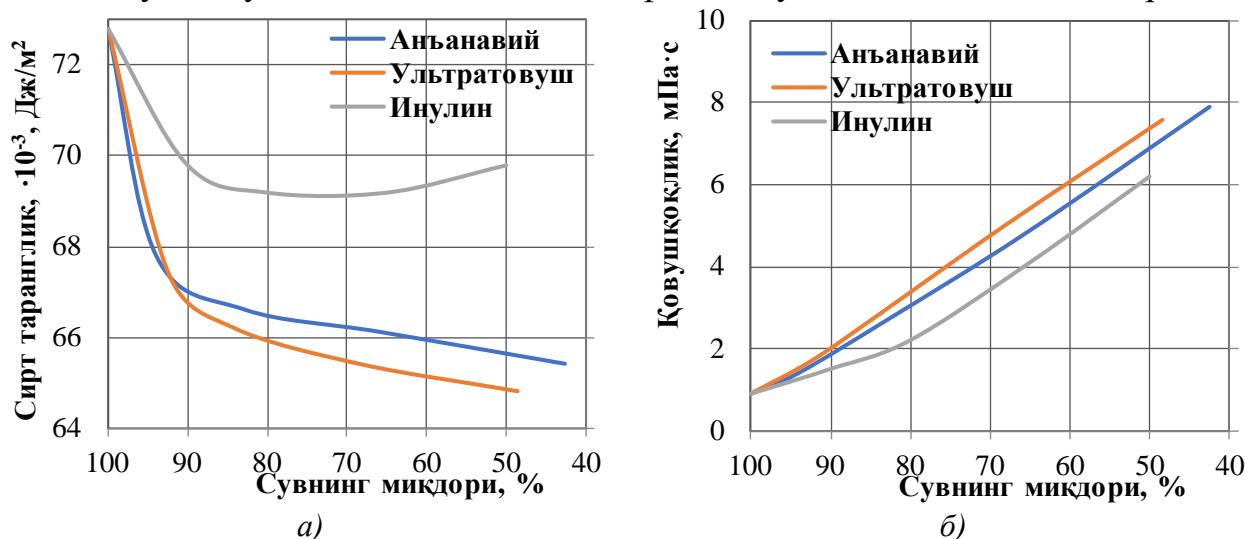
Анъанавий усулда олинган экстрактлар таркибидаги куруқ моддалар миқдори мос равишда 23,59, 46,5, 69,81 ва 92,49% ни ташкил этган. Ультратовуш ёрдамида ажратиб олинган инулинли экстрактни қуюлтиришда эса куруқ моддалар миқдори мос равишда 20,12, 40,56, 61,55 ва 80,25% ни ташкил этган. Экстрактларни концентрациясини янада ошириш маҳсулотнинг қуюқлашишига олиб келади. Бу эса унинг маргаринлар рецептига киритиш имконини бермайди.

Инулинли экстрактларнинг коллоид-кимёвий кўрсаткичларини аниқлаш мақсадида экстрактнинг ҳаво чегарасидаги сирт таранглигини унинг таркибидаги сув миқдorigа боғлиқлиги ўрганилган ва олинган натижалар инулиннинг сувли эритмаси билан таққосланган (3а-расм).

3а-расмдан кўришиб турибдики, 3 та намунанинг ҳаво чегарасидаги сирт таранглиги ўрганилаётган эритма таркибидаги сувнинг миқдorigа қараб турлича ўзгармоқда. Натижалардан кўринадик, экстрактларнинг сирт фаоллиги юқори бўлиб, бу уларни сирт фаол модда сифатида ассоцияловчи маҳсулот сифатида эмульсия маҳсулотларига қўшиш мумкинлигини билдиради. Бу маҳсулотнинг барқарорлиги, эмульсияни стабиллигини таъминлашда ёрдам беради.

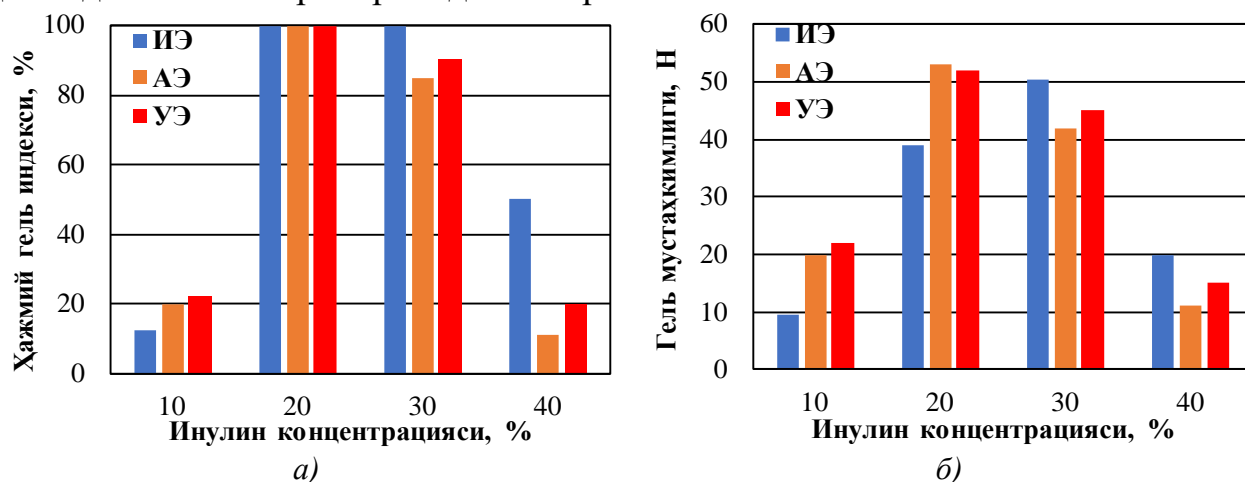
3б-расмда инулинли эритма ва экстрактларнинг динамик қовушқоқлиги келтирилган. Унга кўра инулинли экстрактнинг динамик қовушқоқлиги юқори

бўлган. Динамик қовушқоқликнинг ошиши эса, асосан инулиннинг табиатига боғлиқ. Бунда инулин сув билан бўқиши ҳисобига гелсимон маҳсулот ҳосил қилади. Бу маҳсулотни ёғ тақлидчиси сифатида қўллаш имкониятини беради.



3-расм. Экстракт ҳамда инулиннинг сувдаги эритмасининг сирт таранглиги (а) ҳамда динамик қовушқоқлигини (б) сувнинг миқдорига боғлиқлиги.

Кейинги тажрибаларда экстрактлардан инулинли гель тайёрланди. Бунда қиёсий таҳлил қилиш учун инулиннинг 10, 20, 30 ва 40% сувли эритмаларидан фойдаланилди. Тайёрланган ҳар бир гелнинг хажмий гел индекс таҳлил қилинди. Натижалар 4а-расмда келтирилган.



4-расм. Инулин концентрациясини гелнинг хажмий гел индекси (а) ҳамда мустаҳкамлигига (б) таъсири.

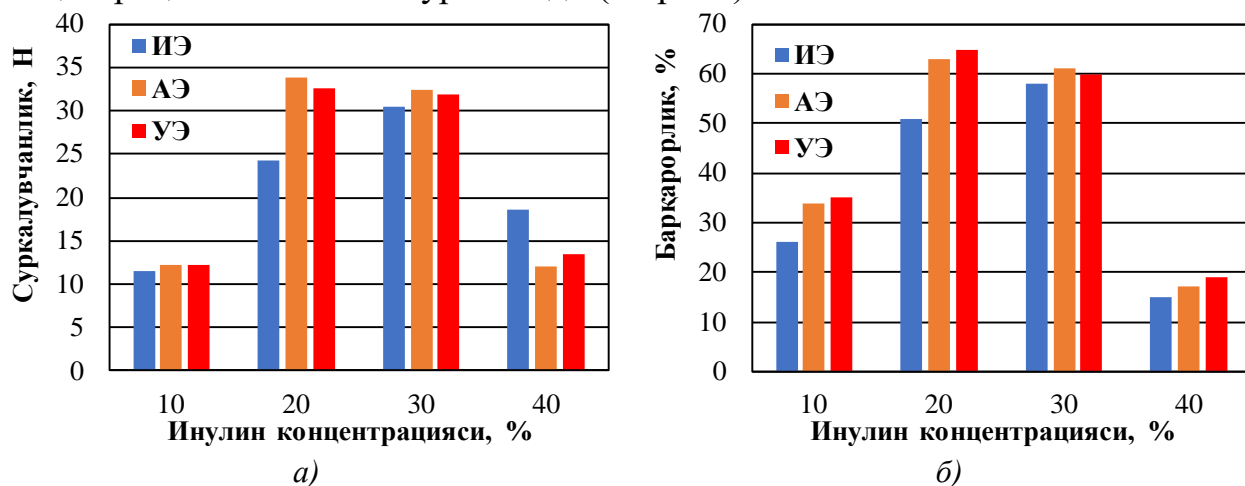
4а-расмдан кўринадики, 10% концентрацияда барча наъмуналарда кам гел ҳосил бўлган. 20% концентрацияда барча наъмуналар 100% гел ҳосил қилган. 30% концентрацияда эса инулин эритмаси 100% гел ва инулин экстрактлари 90% дан кам ҳажмда гел ҳосил қилган. 40% концентрацияда барча намуналар тўлиқ гел ҳосил қилмаган. Бу эритмаларда сувнинг камлиги ва қурук моддаларни чўкма ҳосил қилиши билан изоҳланади.

Инулинли эритма ва экстрактларнинг концентрацияларини гелнинг мустаҳкамлигига таъсири ўрганилди. Натижалар 4б-расмда келтирилган.

4б-расмдан кўринадики, 10 ва 40% концентрациядаги инулин эритмаси ва

экстрактларидан ҳосил бўлган гелларнинг мустаҳкамликлари жуда паст. 20% концентрациядаги инулин эритмасидан олинган гелнинг мустаҳкамлиги нисбатан пастроқ, худди шу концентрациядаги инулин экстрактларидан олинган гелларнинг мустаҳкамликлари энг юқори қийматларни намоён этган. 30% концентрациядаги инулин эритмасидан олинган гелнинг мустаҳкамлиги шу концентрациядаги инулин экстрактларидан олинган гелларникидан юқори бўлган. Ушбу концентрацияда экстрактлардан олинган гелларнинг тўлик шаклланмаганлиги ва уларда чўкмалар ҳосил бўлганлиги билан изоҳланади.

Кейинги тажрибаларда инулинли гелларнинг суркалувчанлик хусусиятларини уларни тайёрлашда қўлланган эритма ва экстрактларнинг концентрациясига боғлиги ўрганилди (5а-расм).



5-расм. Инулин концентрациясини гелнинг суркалувчанлик (а) ва барқарорлик (б) хусусиятига таъсири

5а-расмдан кўринадики, инулинли гелларнинг суркалувчанлиги эритма ва экстрактларнинг концентрацияларига боғлиқ бўлади. Бунда ҳам 10 ва 40% концентрацияли эритма ва экстрактлардан тайёрланган гелларнинг суркалувчанлиги паст. 20 ва 30% концентрациядаги эритма ва экстрактлардан тайёрланган гелларнинг суркалувчанлиги қаттиқлиги ва мустаҳкамлигига мос равишда юқори бўлиб, юзада текис ва бир хил ёйилади. Инулинли эритмадан гел тайёрланганда унинг суркалувчанлиги инулин концентрациясига мос равишда ошиб боради. Фақат 40% концентрацияда бу қонуният бузилади.

Инулинли гелларнинг барқарорлик хусусиятлари таҳлил қилинди. Олинган натижалар 5б-расмда келтирилган. Бундан кўринадики, инулинли гелларнинг барқарорлиги инулинли эритманинг концентрациясига боғлиқ равишда оптимал нуқтага қадар ортади. Инулин экстрактдан олинган гелларнинг барқарорлиги концентрацияга қараб 20%>30%>10%>40% тартибда пасайиб боради. Энг яхши натижалар инулинли экстрактларда олинганлиги кузатилди.

Диссертациянинг «**Маҳаллий топинамбур туганаги экстрактини маргарин олишда ёғ тақлидчиси сифатида қўллашни тадқиқ қилиш**» деб номланган тўртинчи бобида маргариннинг ёғли фазасини танлаш, ёғ тақлидчисини қўллаш, ёғ тақлидчисини маргарин эмульсиясининг турғунлиги, физик-кимёвий кўрсаткичлари, сақлаш муддати ва сифатига таъсири, технологик кўрсаткичларни ёғ тақлидчиси асосли маргариннинг сифат кўрсаткичларига

таъсири ҳамда маргаринларни токсикологик таҳлил натижалари келтирилган.

Маргарин маҳсулотини ишлаб чиқаришда ёғли асосни тўғри танлаш муҳим масала ҳисобланади. Ёғлилиги 60 ва 80% бўлган маргаринларнинг ёғли асоси переэтерификацияланган ёғ ва сариёғ асосида шакллантирилди (4-жадвал).

4-жадвал

Ёғ тақлидчилари қўшилган маргарин рецептининг ёғли асоси

№	Ёғ номи	Миқдори, %	
		80%	60%
1	Сариёғ	12,6	8,3
2	Переэтерификацияланган ёғ	87,4	91,7

Тайёрланган ёғли асослар билан 60 ва 80% маргаринларнинг рецептлари шакллантирилди (5- ва 6-жадваллар). Бунда назорат маргарини М (назорат), инулин эритмаси асосидаги гель қўшилган маргарин М-Гель (эритма) ва инулин экстракти асосидаги гель қўшилган маргарин М+Гель (экстракт) этиб номланди. Бунда ёғнинг 10, 20, 30 ва 40% миқдори инулинли геллар билан алмаштирилади.

5-жадвал

80% ли ва унинг асосида шакллантирилган ёғ ўрнига тақлидчиси қўшилган маргаринларнинг рецептлари

Маргарин компонентлари, %	М (назорат)	М+Гель (эритма)	М+Гель (экстракт)
Ёғли асос	80	37-78	37-78
Бўёқ	0,1	0,1	0,1
Эмульгатор	0,2	0,2	0,2
Туз	0,4	0,4	0,4
Фосфатид концентрати	0,7	0,7	0,7
Антиоксидант	0,05	0,05	0,05
Қанд	0,4	0	0
Сув	18,15	1,55-15,55	1,55-15,55
Гель (инулин эритмаси 20%)	0	5-60	0
Гель (инулин экстракти 20%)	0	0	5-60
Жами	100	100	100

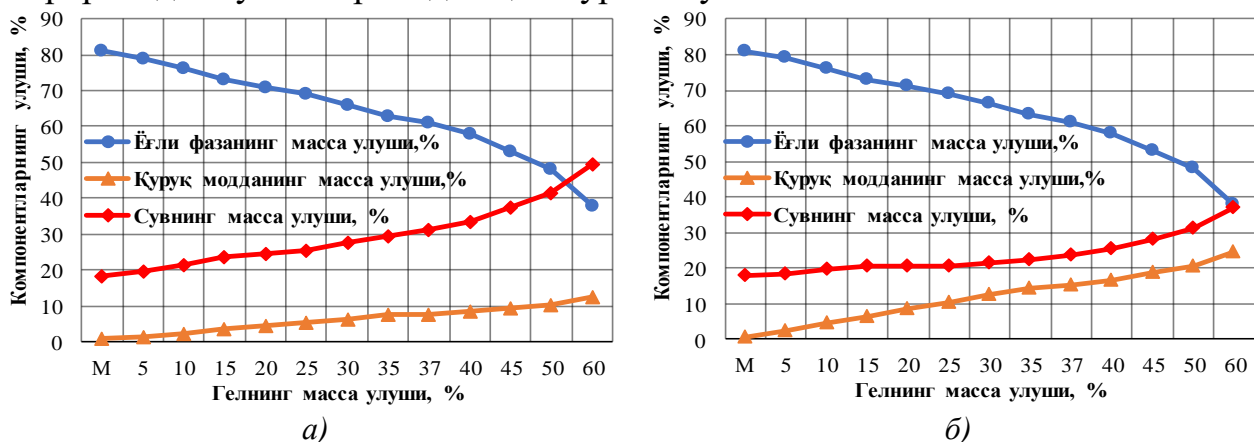
5-жадвалдан кўринадики 80% маргарин М (назорат) рецептида ёғли асос 80%, сув 18,15%, қанд 0,4% ва қолган компонентлар 1,45% ни ташкил этади. Инулинли эритма асосида тайёрланган гель қўшилган маргарин М+Гель (эритма) рецептида ёғли асос 37-78%, сув 1,55-15,55%, гель 5-60%, қолган компонентлар 1,45% ни ташкил этиб, унда қанд қўшилмаган. Худди шундай таркиб инулинли экстракт асосида олинган гель қўшилган маргарин М+Гель (экстракт) рецептида ҳам кузатилади. Инулинли геллар қўшилган маргарин рецептларида ёғли асос ва сувнинг масса улушларидан бир хил миқдорда камайтириб, олинган массага тенг миқдорда гель киритилган.

Тузилган рецептлар асосида эмульсиялар тайёрланиб, уларнинг таркиби таҳлил қилинганда сувнинг масса улуши камаймаганлиги кузатилди (ба-расм).

ба-расмдаги графикдан кўринадики, маргарин рецептида инулин эритмаси асосида тайёрланган гелнинг масса улуши 5 дан 60% гача ортиб борган сари ёғли фазанинг масса улуши 81 дан 38% гача камайиб, сувнинг масса улуши 18,15 дан 49,55% гача ортган. Гель таркибидаги инулин ҳисобига маргариндаги қуруқ

моддалар масса улуши 0,8 дан 12,4% гача ортган.

Юқоридаги тажрибалар инулинли экстракт асосида олинган гель қўшилган М+Гель (экстракт) маргариннинг рецептларини шакллантиришда ҳам такрорланди. Буни 6б-расмдан ҳам кўриш мумкин.



6-расм. 80% ли маргарин ва М+Гель (эритма) (а) ҳамда М+Гель(экстракт) (б) рецепт асосида олинган эмульсиялар таркибидаги ёғ, сув ва қуруқ моддалар масса улушларининг ўзгариши.

6б-расмдан кўринадики, маргарин рецептида инулин экстракти асосида тайёрланган гелнинг масса улуши 5 дан 60% гача ортиб борган сари ёғли асоснинг масса улуши 81 дан 38% гача камайиб, сувнинг масса улуши 18,15 дан 37,21% гача ва қуруқ моддалар масса улуши 0,8 дан 24,74% гача ортган.

Юқорида амалга оширилган тажрибалар 60% ли маргарин рецептида ҳам олиб борилди. Тажриба учун олинган 60% маргарин таркибидаги ёғнинг ўрнига инулинли гелларни киритиб, ёғнинг 10, 20, 30 ва 40% миқдори инулинли геллар билан алмаштирилди. Маргарин рецептлари 6-жадвалда келтирилган.

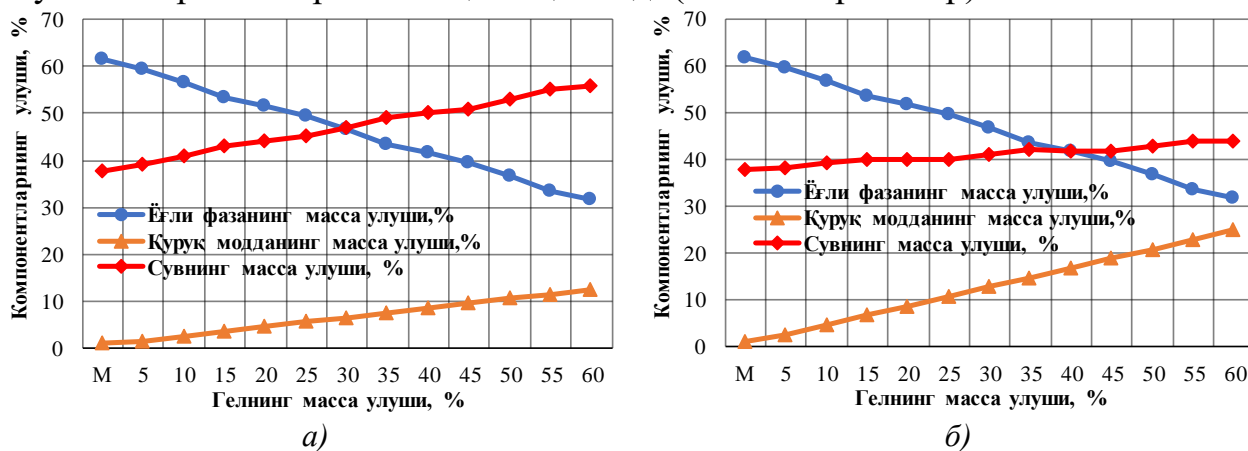
6-жадвал

60% ли ва унинг асосида шакллантирилган ёғ ўрнига тақлидчиси қўшилган маргаринларнинг рецептлари

Маргарин компонентлари, %	М (назорат)	М+Гель (эритма)	М+Гель (экстракт)
Ёғли асос	60	30-58	30-58
Бўёқ	0,1	0,1	0,1
Эмульгатор	0,4	0,4	0,4
Туз	0,4	0,4	0,4
Фосфатид концентрати	1	1	1
Антиоксидант	0,05	0,05	0,05
Қанд	0,4	0	0
Сув	37,65	8,05-35,05	8,05-35,05
Гель (инулин эритмаси 20%)	0	5-60	0
Гель (инулин экстракти 20%)	0	0	5-60
Жами	100	100	100

6-жадвалдан кўринадики 60% маргарин М(назорат) рецептида ёғли асос 60%, сув 37,65%, қанд 0,4% ва қолган компонентлар 1,95% ни ташкил этади. Маргарин М+Гель (эритма) рецептида ёғли асос 30-58%, сув 8,05-35,05%, гель 5-60%, қолган компонентлар 1,95% ни ташкил этиб, унда қанд қўшилмаган. Худди шундай таркиб инулинли экстракт асосида олинган гель қўшилган

маргарин М+Гель (экстракт) рецептида ҳам кузатилади. Инулинли геллар кўшилган 60% маргарин рецептлари 80% маргарин рецептидаги каби шакллантирилган. Тузилган рецептлар асосида эмульсиялар тайёрланиб, эмульсияларнинг таркиби таҳлил қилинди (7а- ва 7б-расмлар).

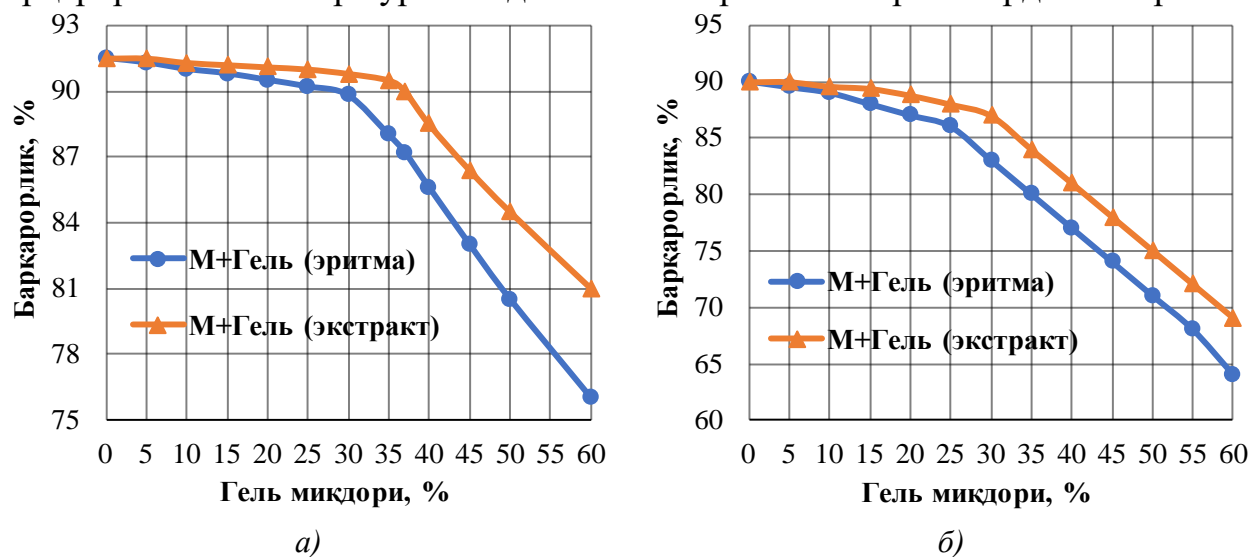


7-расм. 60% ли маргарин ва М+Гель (эритма) (а) ҳамда М+Гель(экстракт) (б) рецепт асосида олинган эмульсиялар таркибидаги ёғ, сув ва қуруқ моддалар масса улушларининг ўзгариши.

7а-расмдан кўринадики, маргарин рецептида инулин эритмаси асосида тайёрланган гелнинг масса улуши 5 дан 60% гача ортиб борган сари ёғли асоснинг масса улуши 61,5 дан 31,5% гача камайиб, сувнинг масса улуши 37,65 дан 56,05% гача ортган. Гель таркибидаги инулин ҳисобига маргариндаги қуруқ моддалар масса улуши 0,8% дан 12,4% гача ортган.

7б-расмдан кўринадики, маргарин рецептида инулин экстракти асосида тайёрланган гелнинг масса улуши 5 дан 60% гача ортганда ёғли асоснинг масса улуши 61,5 дан 31,5% гача камайиб, сувнинг масса улуши 37,65 дан 43,7% гача ва қуруқ моддалар масса улуши 0,8 дан 24,74% гача ортган.

Инулинли гелларнинг масса улушини маргарин эмульсиясининг барқарорлигига таъсири ўрганилди. Натижалар 8а- ва 8б-расмларда келтирилган.

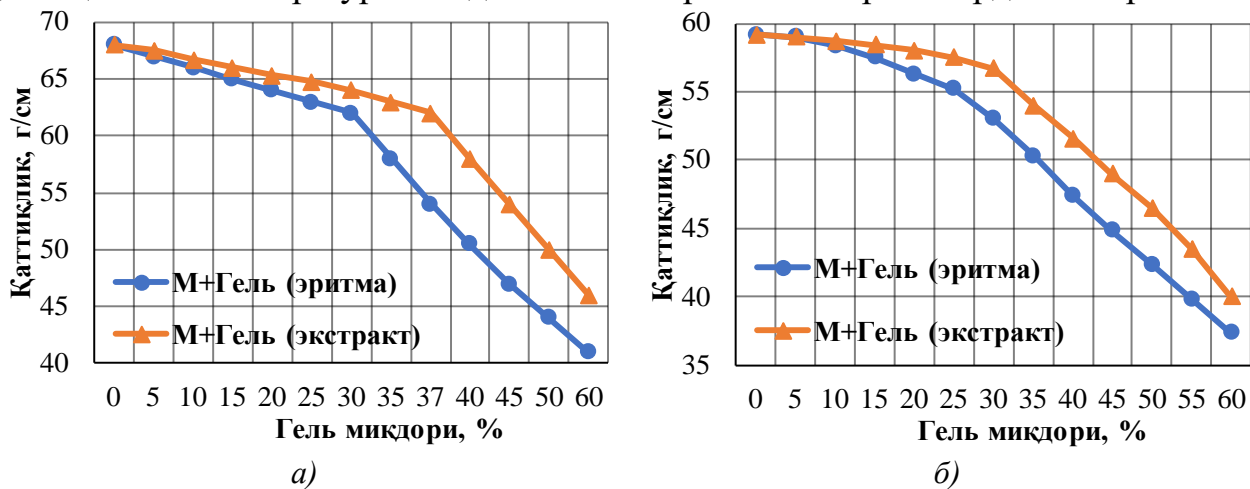


8-расм. 80 (а) ва 60 (б) % ли маргарин ва унинг асосида шакллантирилган ёғ ўрнига тақлидчиси кўшилган рецепт асосида олинган эмульсиянинг барқарорлигига гел микдорининг таъсири

8а-расмдан кўринадикки, гелнинг масса улуши 5 дан 60% гача ортганда М+Гель (эритма) маргарин эмульсиясининг барқарорлиги 92 дан 76% гача пасайган бўлса, М+Гель (экстракт) маргарин эмульсиясининг барқарорлиги эса 92 дан 81% гача пасайган. Эгри чизиқларнинг ўзгаришига назар солинса М+Гель (эритма) маргаринида барқарорлик эгри чизиғи гелнинг масса улуши 30% гача бўлганда секин пасайган бўлса, 30% ошганда эса барақарорлик эгри чизиғининг кескин оғиши кузатилган. Худди шундай қонуният М+Гель (экстракт) маргарини эмульсияларида гелнинг масса улуши 37% дан ошганда кузатилган. Эгри чизиқларнинг кескин пасайиши яъни эмульсия барқарорлигининг тушиб кетиши унда сув ва қуруқ модданинг ортиб кетиши туфайли эмульгатор таъсир кучининг камайиб кетиши билан тушинтирилади.

8б-расмдан кўринадикки, маргарин таркибига қўшилаётган гелнинг масса улуши 5 дан 60% гача ортганда М+Гель (эритма) маргарин эмульсиясининг барқарорлиги 90 дан 64% гача пасайган бўлса, М+Гель (экстракт) маргарин эмульсиясининг барқарорлиги эса 90 дан 69% гача пасайган. М+Гель (эритма) маргаринида барқарорлик эгри чизиғи гелнинг масса улуши 25% гача бўлганда секин пасайган бўлса, 30% ошганда эса барақарорлик эгри чизиғининг кескин оғиши кузатилган. Худди шундай қонуният М+Гель (экстракт) маргарини эмульсияларида гелнинг масса улуши 30% дан ошгандан кейин содир бўлган.

Кейинги тажрибаларда инулинли гелларнинг масса улушини маргарин қаттиқлигига таъсири ўрганилди. Натижалар 9а- ва 9б-расмларда келтирилган.



9-расм. 80 (а) ва 60 (б) % ли маргарин ва унинг асосида шакллантирилган ёғ ўрнига тақлидчиси қўшилган рецепт асосида олинган эмульсиянинг қаттиқлигига гель миқдорининг таъсири

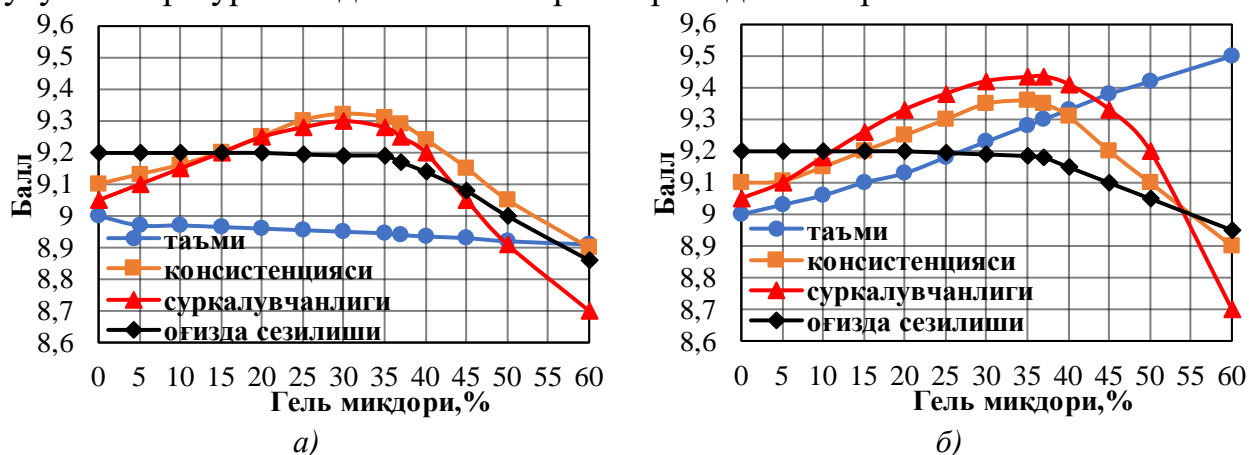
9а-расмдан кўринадикки, гель миқдорининг ортиши билан маргариннинг қаттиқлиги ҳам пасайиб боради. Гелнинг масса улуши 5 дан 60% гача ортганда М+Гель (эритма) маргариннинг қаттиқлиги 68 дан 41 г/см гача, М+Гель (экстракт) маргариннинг қаттиқлиги 68 дан 46 г/см гача пасайган. Эгри чизиқларнинг кескин оғиши М+Гель (эритма) маргаринида гелнинг масса улуши 30% дан, М+Гель (экстракт) маргаринида 37% дан ортганда кузатилган. 9б-расмдан кўринадикки, гель миқдорининг ортиши билан маргариннинг қаттиқлиги ҳам пасайиб боради. Гелнинг масса улуши 5 дан 60% гача ортганда М+Гель (эритма) маргариннинг қаттиқлиги 58 дан 37 г/см гача, М+Гель

(экстракт) маргариннинг қаттиқлиги 58 дан 40 г/см гача пасайган. Эгри чизиқларнинг кескин оғиши М+Гель (эритма) маргаринида гелнинг масса улуши 25% дан, М+Гель (экстракт) маргаринида 30% дан ортганда кузатилган.

Кейинги тажрибаларда 80% ли маргарин таркибига киритилаётган гелларнинг масса улушини унинг органолептик хусусиятларига таъсири ўрганилди. Бунинг учун тайёрланган маргаринлар бир нечта кўнгиллилар ёрдамида дегустация қилиш ва 10 баллик тизимда баҳолаш усули билан таҳлил қилинди. Дастлаб М+Гель (эритма) маргаринларининг органолептик хусусиятлари ўрганилди. Олинган натижалар 10а-расмда келтирилган.

10а-расмдан кўринадик, М+Гель (эритма) маргаринлардаги гелларнинг масса улуши 30% гача ортган сари уларнинг консистенцияси ва суркалувчанлиги яхшиланиб борган. Гель массасининг кейинги ортиши ушбу кўрсаткичлар қийматини камайишига олиб келган. Маргариндаги гелнинг оғизда сезилиши эса гелнинг масса улуши 35% гача ортганда барқарор бўлган бўлса, ундан кейинги масса улушларида пасайиш кузатилган. Маргариннинг таъми гел масса улуши 5 дан 10% гача ортганда ўзгармаган бўлса, ундан кейин гелнинг масса улуши ортган сари фақат камайиб борган.

Кейинги тажрибаларда М+Гель (экстракт) маргаринларининг органолептик хусусиятлари ўрганилди. Натижалар 10б-расмда келтирилган.



10-расм. 80% ли М+Гель (эритма) (а) ҳамда М+Гель (экстракт) (б) рецепт асосида олинган эмульсиянинг органолептик кўрсаткичларига гел микдорининг таъсири

10б-расмдаги маълумотлардан кўринадик, М+Гель (экстракт) маргаринлардаги гелларнинг масса улуши 37% гача ортган сари уларнинг оғизда сезилиши, консистенцияси ва суркалувчанлиги яхшиланиб борган. Гель массасининг кейинги ортиши ушбу кўрсаткичлар қийматини камайишига олиб келган. Маргариндаги гелнинг улуши ортган сари унинг таъми фақат ортиб борган.

Юқорида келтирилган тажриба натижаларга кўра инулинли ёғ тақлидчиларининг энг мақбул микдори М+Гель (эритма) маргаринида 30% ва М+Гель (экстракт) маргаринида 37% ни ташкил қилди. Ёғ тақлидчисининг ушбу масса улушларидаги олинган маргаринларнинг кимёвий таркиби, энергетик қиймати ва физик-кимёвий кўрсаткичлари таҳлил қилинди (7-жадвал).

7-жадвалдан кўринадик, 80% маргарин рецептига ёғ, шакар ва сувнинг бир қисмини ўрнига инулинли гел киритилганда унинг ёғдорлиги

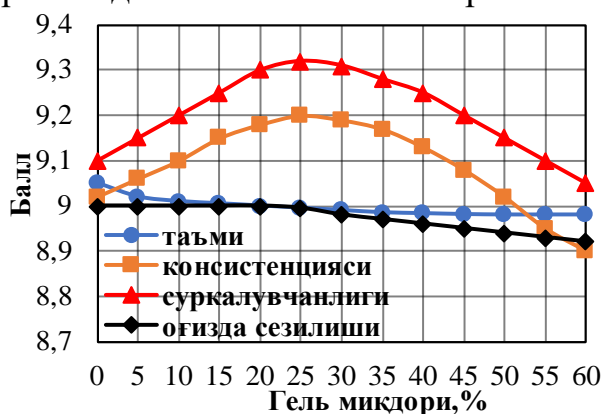
М+Гель (эритма)да 80 дан 65% гача, М+Гель (экстракт)да эса 80 дан 60% гача камайган. Маргаринларнинг энергетик қийматлари М(назорат) маргаринда 721,6 ккал, М+Гель(эритма) маргаринида 595,8 ккал ва М+Гель(экстракт) маргаринида 549,4 ккални ташкил этди. Маргаринлардаги намлик ва учувчан моддалар миқдори М(назорат) маргаринда 18,15%, М+Гель(эритма) маргаринида 27,55% ва М+Гель(экстракт) маргаринида 23,54%га тенг бўлди.

7-жадвал

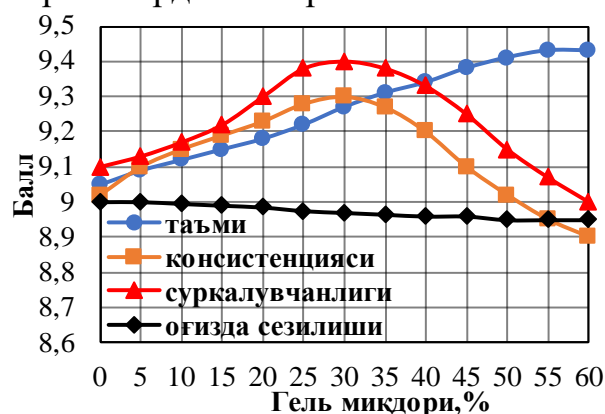
Ёғ тақлидчиси қўшилган 80% ли маргаринларнинг кимёвий таркиби ва физик-кимёвий хусусиятлари

Кўрсаткич номи	Маргарин намуналари		
	М (назорат)	М+Гель (эритма)	М+Гель (экстракт)
Кимёвий таркиби			
Умумий ёғ миқдори, г/100г	80	65	60
Оқсил миқдори, г/100г	0	0	1,15
Углеводлар миқдори, г/100г	0,4	6,0	11,54
Жумладан инулин, г/100г	0	6,0	7,5
Энергетик қиймати, ккал/100г	721,6	595,8	549,4
Физик-кимёвий кўрсаткичлари			
Кислоталилиги °К	2,8	2,8	2,9
Намлик ва учувчан моддалар миқдори,%	18,15	27,55	23,54
Перекис сони, ммоль О/кг	3,82	3,82	3,83

Кейинги тажрибаларда 60% ли маргарин таркибига киритилаётган гелларнинг масса улушини маргариннинг органолептик хусусиятларига таъсири ўрганилди. Олинган натижалар 11а- ва 11б-расмларда келтирилган.



а)



б)

11-расм. 60% ли маргарин эмульсияларининг органолептик кўрсаткичларига гел(эритма) (а) ҳамда гел(экстракт) (б) миқдорининг таъсири

11а-расмдан кўринадики, М+Гель (эритма) маргаринлардаги гелларнинг масса улуши 25% гача ортганда уларнинг консистенцияси ва суркалувчанлиги яхшиланиб борган. Гель массасининг кейинги ортиши ушбу кўрсаткичлар қийматини камайиб боришига олиб келган. Маргариндаги гелнинг оғизда сезилиш хусусияти эса гелнинг масса улуши 30% гача ортганда барқарор бўлган, кейинги масса улушларида пасайиш кузатилган. Маргариннинг таъми гелнинг масса улуши ортган сари фақат камайиб борган.

11б-расмдан кўринадики, М+Гель (экстракт) маргаринларидаги гелларнинг масса улуши 30% гача ортганда уларнинг оғизда сезилиши, консистенцияси ва суркалувчанлиги яхшиланиб борган. Гель массасининг кейинги ортиши кўрсаткичлар қийматини камайиб боришига олиб келган. Маргаринга киритилган гелнинг улуши ортган сари маргариннинг таъми фақат ортиб борганлиги кузатилди. 60% ли маргарин рецепти асосида олинган маҳсулотларнинг консистенцияси ва суркалувчанлигининг дастлаб ортиб, сўнг пасайиб бориши худди 80% ли каби унинг таркибига киритилаётган гелдаги қуруқ моддалар ва сувнинг миқдори билан изоҳланади.

Юқорида келтирилган тажриба натижаларига кўра инулинли ёғ тақлидчиларининг энг мақбул миқдори М+Гель (эритма) маргаринида 25% ва М+Гель (экстракт) маргаринида 30% ни ташкил қилди. Ёғ тақлидчисининг ушбу масса улушларидаги олинган маргаринларнинг кимёвий таркиби, энергетик қиймати ва физик-кимёвий кўрсаткичлари таҳлил қилинди (8-жадвал).

8-жадвал

Ёғ тақлидчиси қўшилган 60% ли маргаринларнинг кимёвий таркиби ва физик-кимёвий хусусиятлари

Кўрсаткич номи	Маргарин намуналари		
	М (назорат)	М+Гель (эритма)	М+Гель (экстракт)
Кимёвий таркиби			
Умумий ёғ миқдори, г/100г	60	48,0	45,0
Оқсил миқдори, г/100г	0	0	0,94
Углеводлар миқдори, г/100г	0,4	5,0	9,36
Жумладан инулин, г/100г	0	5,0	6,08
Энергетик қиймати, ккал/100г	541,6	415,8	414,6
Физик-кимёвий кўрсаткичлари			
Кислоталилиги °К	2,4	2,4	2,6
Намлик ва учувчан моддалар миқдори,%	37,65	45,05	40,88
Перекис сони, ммоль О/кг	4,28	4,32	4,38

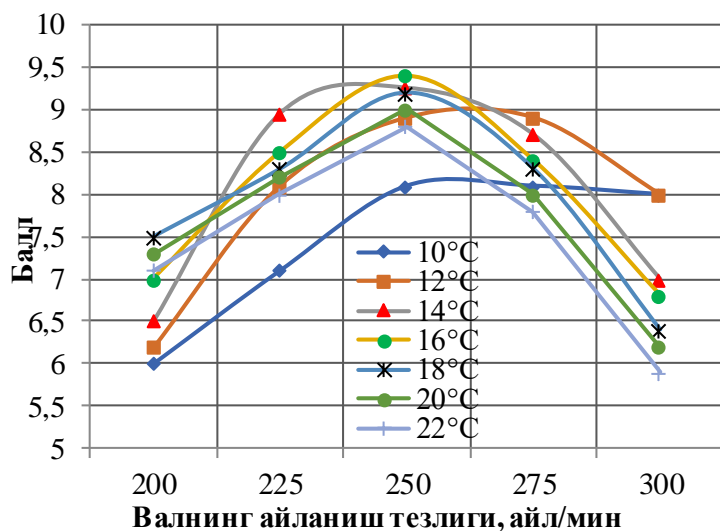
8-жадвалдан кўринадики, 60% маргарин рецептига ёғ, шакар ва сувнинг бир қисмини ўрнига инулинли гел киритилганда унинг ёғдорлиги М+Гель (эритма)да 60 дан 48% гача, М+Гель (экстракт)да эса 60 дан 45% гача камайган.

Маргаринларнинг энергетик қийматлари М(назорат) маргаринида 541,6 ккал, М+Гель(эритма) маргаринида 415,8 ккал ва М+Гель(экстракт) маргаринида 414,6 ккални ташкил этди. Маргаринлардаги намлик ва учувчан моддалар миқдори М(назорат) маргаринида 37,65%, М+Гель(эритма) маргаринида 45,05% ва М+Гель(экстракт) маргаринида 40,88% га тенг бўлди.

Хулоса қилиб айтганда, маргарин рецептида ёғ ва шакар ўрнига инулинли гел киритилганда 80% ли маргариннинг ёғдорлиги гел турига қараб 15 ва 20% га, энергетик қиймати эса 125,8 ва 172,2 ккалга камаяди, инулин 6 ва 7,5% га ортади. 60% ли маргариннинг ёғдорлиги гел турига қараб 12 ва 15% га, озикавий қиймати 125,8 ва 127 ккалга камайдди, инулин 5 ва 6,08% га ортди. Бу маргариннинг парҳезбоплик хусусиятини янада ортишига олиб келади.

Таклиф қилинаётган инулинли гель қўшилган маргарин рецептураси асосида олинган эмульсияни совутиш жараёнининг мақбул технологик кўрсаткичлари тадқиқ қилинди. Бунда совутиш ҳарорати 10 дан 22°C гача ва ўта совуткич валининг айланиш тезлиги 200-300 айл/мин этиб белгиланди. Олинган натижалар 12-расмда келтирилган.

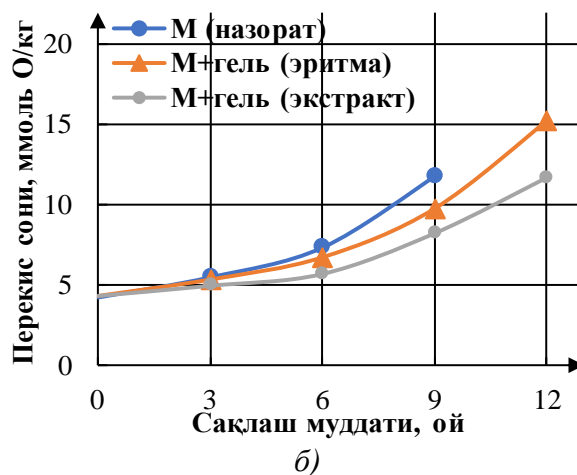
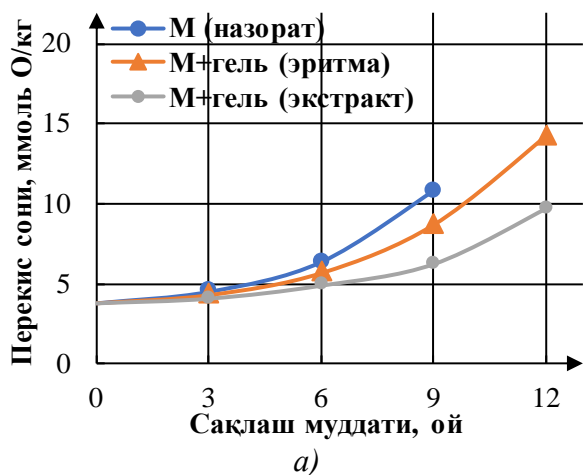
12-расмдан кўришиб турибдики, олинган маргаринларнинг консистенциясига эмульсияни совутиш жараёнининг ҳарорати таъсир этади.



12-расм. Инулинли гель қўшилган маргариннинг консистенциясига эмульсияни совутиш ҳарорати ва валнинг айланиш тезлигини таъсири

Жараён ҳарорати 16°C ва валнинг айланиш тезлиги 250 айл/мин бўлганда инулинли гель қўшилган маргарин рецептлари учун энг яхши натижалар қайд этилган. Бу шуни кўрсатадики, ўта совутиш жараёнини тўғри олиб бориш, ишлаб чиқарилган маҳсулотнинг сифатини юқори ҳолатда ва консистенциясини талаб даражасида бўлишига сабаб бўлади. Бу, маргарин эмульсиясидаги глицеридларнинг α , β ва β' полиморфизм структуралари билан изоҳланади.

Инулинли гель қўшиб тайёрланган маргаринлар ва анъанавий маргаринлар (80 ва 60%) лаборатория шароитида олиб, 12 ой давомида сақлаб перекис сонлари назорат қилиб борилди. Натижалар 13а- ва 13б-расмларда келтирилган.



13-расм. 80 (а) ва 60 (б) % ли маргарин эмульсияларининг сақлаш давомида перекис сонларининг ўзгариши

13а- ва 13б-расмлардан кўринадикки, М+Гель (экстракт) маргаринларнинг сақлаш муддати анъанавийга нисбатан юқори. Анъанавий маргаринларни 9 ой сақланганда перекис сони 80% ли маргаринда 10 ммоль О/кг дан 60% маргаринда эса 12 ммоль О/кг дан ошганлиги аниқланган. 80% ли М+Гель (экстракт) маргаринларни 12 ой сақланганда перекис сони 10 ммоль О/кг дан,

(эритма) маргаринда эса 14 ммоль О/кг дан паст натижани кўрсатган. 60% ли М+Гель (эритма) маргарини 9 ой сақланганда перекис сони 10 ммоль О/кг дан, М+Гель (экстракт) маргаринда эса 8 ммоль О/кг дан ошмаган. Бу М+Гель (экстракт) маргаринларни 12 ойгача сақлаш мумкинлигини билдиради ва гель киритилган маргаринда полифеноллар мавжудлиги билан изоҳланади.

Кейинги тажрибаларда инулинли гель қўшилган маргариннинг микробиологик кўрсаткичлари таҳлил қилинган. Микробиологик таҳлил “Ёғ-мой маҳсулотларининг хавфсизлиги тўғриси”даги умумий техник регламентга мос равишда олиб борилди. Олинган натижалар 9-жадвалда келтирилган.

9-жадвал

Ёғ тақлидчилари қўшилган маргаринларнинг сақлашдан кейинги микробиологик кўрсаткичлари

Микробиологик кўрсаткичлар	UzTR.724-023:2020 умумий техник регламентда белгиланган меъёр	Маргаринлар		
		М (назорат)	М+Гель (эритма)	М+Гель (экстракт)
Мезофил аэроб ва факультатив-анаэроб микроорганизмлар миқдори, КХҚБ/г	1·10 ⁵ дан кўп эмас	1·10	1·10 ²	10 дан кам
Ичак таёқчалари гурухига кирувчи бактериялар (колиформалар), г	0,01 дан кўп эмас	Мавжуд эмас	Мавжуд эмас	Мавжуд эмас
Патоген микроорганизм (салмонелла), г	25 дан кўп эмас	Мавжуд эмас	Мавжуд эмас	Мавжуд эмас
Ачиткилар, КХҚБ/г	5·10 ² дан кўп эмас	Мавжуд эмас	10	10 дан кам
Замбуруғлар, КХҚБ/г	50 дан кўп эмас			

9-жадвалда келтирилган маълумотлардан кўринадики, ичак таёқчалари гурухига кирувчи бактериялар (колиформалар) ва патоген микроорганизмлар (салмонеллалар) сақлаш даврида барча маргарин турларида умуман кузатилмади. МАФАНМК, ачитки ва замбуруғларлар миқдори эса техник регламентда белгиланган миқдордан ошмаганлиги аниқланди.

Ўткир токсиклик хусусияти бўйича тақлиф этилаётган маҳсулот ўрганилганда, экспериментал шароитда, ўрганилган инулин асосли ёғ тақлидчиси қўшилган маргариннинг ўткир токсиклигини аниқлаш 2 турдаги лаборатория ҳайвонларида (оқ mongrel каламушлари ва сичқонлар), ҳайвонларнинг вазнига нисбатан 2000, 3500 ва 5000 мг/кг дозаларда битта интрагастрик инъекция билан амалга оширилди (10-жадвал).

10-жадвал

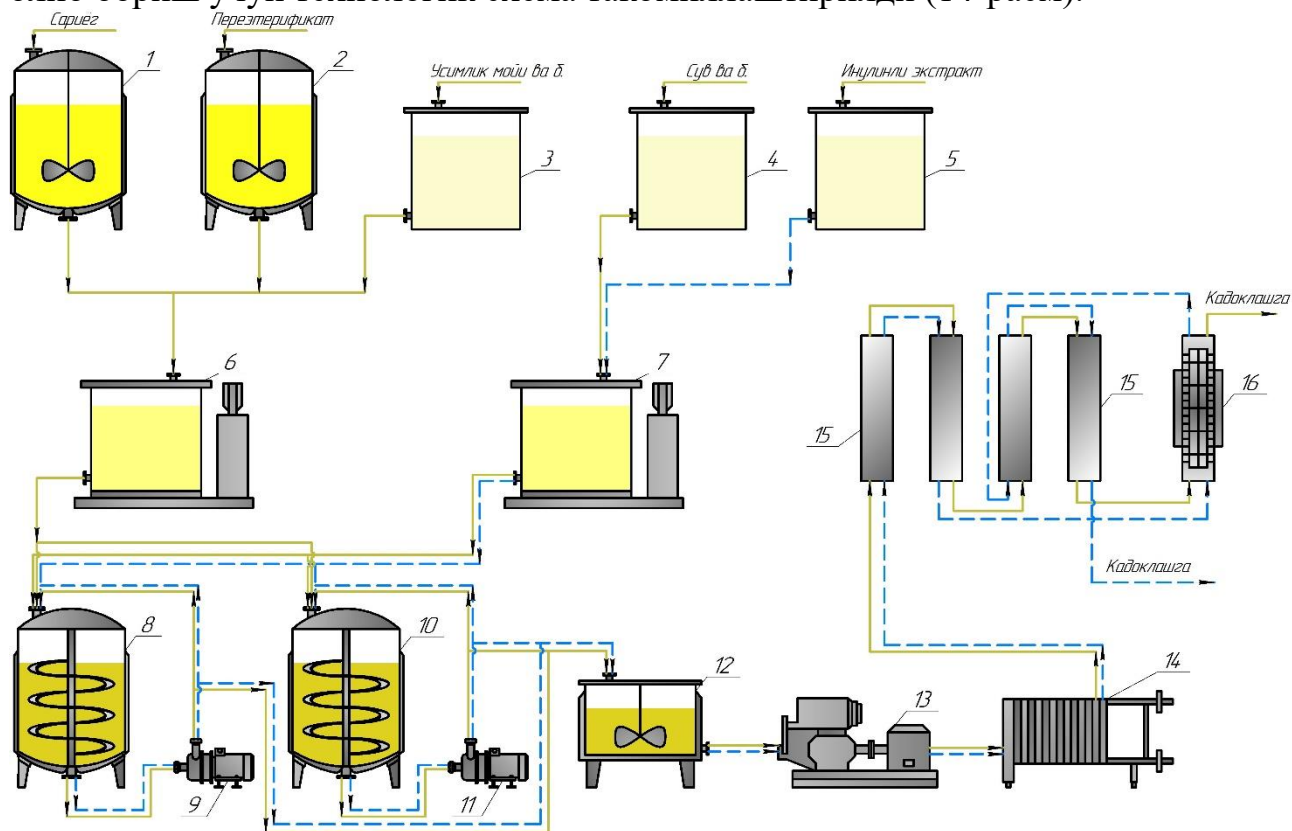
Лаборатория ҳайвонларига вена ичига юбориш орқали ўрганилаётган маҳсулотнинг ҳалокатли таъсирини баҳолаш натижалари

Номланиши	Доза, мг/кг	Гуруҳдаги ҳайвонлар сони / ўлик ҳайвонлар сони	LD ₅₀
Инулин экстракти асосли ёғ тақлидчиси қўшилган маргарин	2000	6/0	эришилмади
	3500	6/0	эришилмади
	5000	6/0	эришилмади

Шундай қилиб, токсикометрия натижалари ва ўткир захарланишдан кейинги даврда экспериментал ҳайвонларнинг кузатув маълумотлари инулин асосли ёғ тақлидчиси қўшилган маргаринни хавфсиз моддалар сифатида таснифлашга имкон беради (IV синф хавфи ГОСТ 12.1.007 бўйича).

Диссертациянинг «Маҳаллий хомашёлар асосида янги турдаги маргарин олиш технологиясини такомиллаштириш» деб номланган бешинчи бобда ёғ тақлидчилари қўлланилган маргарин ишлаб чиқаришнинг такомиллаштирилган технологик схемаси ва шарт-шароитлари, ёғ тақлидчилари қўлланилган маргаринни ишлаб чиқаришда қўллашнинг саноат-синов натижалари, маргаринни ишлаб чиқаришнинг иқтисодий самарадорлиги натижалари ҳамда уларнинг таҳлили келтирилган.

Топинамбур туганагидан олинган инулинли экстракт асосида тайёрланган гелни ёғ тақлидчиси сифатида қўллаб шакллантирилган рецептуралар асосида маргарин эмульсиясини тайёрлаш ва унга механик ишлов бериш жараёнларини олиб бориш учун технологик схема такомиллаштирилди (14-расм).



14-расм. Ёғ тақлидчиси сифатида инулинли гел қўшилган маргарин ишлаб чиқаришнинг такомиллаштирилган технологик схемаси.

- 1,2-ёғлар учун сиғим, 3-ўсимлик мойлари учун сиғим, 4-сувли фаза учун сиғим, 5-шакар эритмаси ёки инулинли гел учун сиғим, 6,7-тарози учун сиғимлар, 8,10-аралаштиргич, 9,11-гомогенизаторлар, 12-оралиқ сиғим, 13-юқори босимли насос, 14-пастеризатор, 15-совитиш тизимлари, 16-декристаллизатор.

Таклиф этилаётган такомиллаштиришда материал ва бошқа сарф ҳаражатлар анъанавий билан солиштириш орқали унинг иқтисодий самарадорлиги аниқланган. Ёғ ва шакар сарфини камайишидан 60% ли маргарин таннархи 1549,0 минг сўмга ҳамда 80% ли маргарин таннархи 2199,0 минг сўмга арзонлашиши ҳисобланган.

ХУЛОСА

1. Топинамбур туганагини қуритишнинг оптимал технологик режимлари тадқиқ қилинди. Бунда намлиги 7,0% бўлган маҳсулот олиш учун, ҳарорат 50°C, жараён давомийлиги 10 соат эканлиги аниқланган.

2. Ультратовуш таъсирида топинамбур туганаги кукунидан инулинли экстракт олишнинг интенсив усули ишлаб чиқилди. Бунда жараён ҳарорати 20°C, сув сарфи 40% ва жараён давомийлиги 30 мин га қисқартиришга эришилди. Таклиф этилаётган усулда инулинли экстракт олинганда ундаги куруқ моддалар миқдори анъанавий усулда олингандагига нисбатан 1,48 баробарга ортиши аниқланди.

3. Анаънавий ва таклиф этилган усулларда олинган инулинли экстрактларнинг гель ҳосил қилиш хусусиятлари бир хил эканлиги аниқланди ва инулин эритмаси билан таққосланганда уларнинг сирт таранглиги паст ва динамик қовушқоқлиги юқори эканлиги кузатилди.

4. 60 ва 80% ли маргарин рецептлари асосида инулинли гелларни ёғ тақлидчиси сифатида қўллаб ёғдорлиги камайтирилган маргарин ишлаб чиқилди. Бунда 60 ва 80% ли маргаринларнинг ёғдорлигини мос равишда 45 ва 60% гача камайтиришга эришилди.

5. Инулинли эритма асосида олинган гелни ёғ тақлидчиси сифатида қўлланганда маргариннинг ёғдорлигига қараб ундаги сув миқдори 27,55-45,05% гача, куруқ модда миқдори 5,4-6,4% гача ортиши аниқланди. Инулинли экстракт асосида олинган гелни ёғ тақлидчиси сифатида қўлланганда маргариндаги сув миқдори 23,54-40,88% гача, куруқ модда миқдори 12,6-15,4% гача ортиши аниқланди.

6. Маргарин эмульсиясининг барқарорлиги ва маргариннинг қаттиқлиги ёғ тақлидчиларининг миқдorigа боғлиқлиги ўрганилди. Бунда уларнинг оптимал миқдори 80%ли маргарин рецепти асосидаги маҳсулот учун 30-37% ва 60% ли учун эса 25-30% эканлиги аниқланди. Маргарин таркибига киритилаётган инулинли гелларнинг миқдори ортган сари маргариннинг органолептик кўрсаткичлари яхшиланиб бориши аниқланди.

7. Инулинли гелларни ёғ тақлидчиси сифатида қўлланилганда маргариннинг сақлаш муддати ортганлиги кузатилди. Инулинли гелларни ёғ тақлидчиси сифатида қўллаб олинган маргаринлар микробиологик ва токсикологик кўрсаткичлари таҳлил қилинди, ҳамда ижобий натижаларга эришилди.

8. Инулинли гелларни ёғ тақлидчиси сифатида қўллаб 1000 т маргарин ишлаб чиқарилганда ёғ сарфининг камайиши ҳисобидан кутилаётган иқтисодий самарадорлик 60% ли маргарин рецепти асосидаги маҳсулот учун 1,549 млрд сўм, 80% ли учун эса 2,199 млрд сўм бўлиши аниқланди.

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

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

САЛИЖОНОВА ШАХНОЗАХОН ДИЛМУРОДОВНА

**РАЗРАБОТКА НАУЧНО ОБОСНОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ПОЛУЧЕНИЯ МАРГАРИНОВОЙ ПРОДУКЦИИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНУЛИНОВЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ**

**02.00.17 – Технологии и биотехнологии обработки, хранения и переработки
сельскохозяйственных и пищевых продуктов**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации доктора технических наук (Doctor of Science)

Тема докторской диссертации (Doctor of Science) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2025.2.DSc/T782.

Диссертация выполнена в Ташкентском химико-технологическом институте.

Автореферат диссертации размещен на трех языках (узбекском, русском, английском(резюме)) на сайте Научного совета (www.tkti.uz) и на информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный консультант:

Абдурахимов Ахрор Анварович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Исабаев Исмоил Бабаджанович
доктор технических наук, профессор

Ахмедов Азимжон Нормуминович
доктор технических наук, профессор

Йулчиев Аслбек Бахтиёрбекович
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация:

Ферганский государственный технический университет

Защита диссертации состоится «___» _____ 2025 году в _____ часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте. (Адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхонтохурский район, ул. А.Навои, 32. Тел.: (99871)244-79-20, факс: (99871)244-79-17, e-mail: info@tkti.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института (зарегистрирован за номером ____). (Адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхонтохурский район, улица А.Навои, 32. Тел.: (99871)244-79-20).

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2025 года.
(Реестр за номером ____ от «___» _____ 2025 года).

С.М.Турабжанов

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

Х.И.Кадиров

Ученый секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

К.П.Серкаев

Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению учёных степеней,
д.т.н., доцент

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и необходимость темы диссертации. Во всем мире имеет важное и глобальное значение разработка четких механизмов обеспечения продовольственной безопасности, и одним из важных вопросов считается профилактика сахарного диабета, избыточного веса и сердечно-сосудистых заболеваний, число которых растёт среди населения. Эти заболевания связаны с неправильным питанием и чрезмерным употреблением жировых и маслосодержащих продуктов. Для профилактики этих заболеваний имеет важное значение производство специальных масло-жировых продуктов, в частности, использование биологически активных и пищевых добавок в составе пищевых продуктов, обогащение состава продуктов важными биологически активными соединениями, создание новых рецептур маргарина с применением имитаторов жира, полученных из природных источников, которые превосходят синтетические аналоги по питательности, химическому составу и скорости усвоения в организме.

В мире ведутся глубокие исследования, направленные на совершенствование действующих технологических процессов и применение ресурсосберегающих технологий за счёт выделения из животных и растительных источников природных функциональных и биологически активных веществ, их введения в рецептуры различных жировых продуктов в качестве имитаторов жира и производства готовой продукции, обладающей принципиально новыми свойствами. В этом направлении выполняются научные работы по получению гидрогелей на основе функциональных и биологически активных веществ, созданию новых ассортиментов продукции, применению имитаторов жира в мясных, молочных, кондитерских и других пищевых продуктах в качестве заменителей жира, определению их влияния на физико-химические и органолептические свойства, исследованию воздействия на организм человека, проведению испытаний в формах *in-vivo* и *in-vitro*, а также совершенствованию технологий производства пищевых продуктов с эффективным использованием природного сырья.

В последние годы в нашей Республике достигнуты определённые результаты в обеспечении продовольственной безопасности, снабжении населения высококачественными и полноценными продуктами питания, расширении видов и объёмов импортозамещающей продукции, а также в развитии технологий производства жировых продуктов с пониженным содержанием жира на основе местного сырья. В Стратегии развития Нового Узбекистана определены задачи по «выведению промышленности на качественно новый уровень, глубокой переработке местных сырьевых источников, ускорению производства готовой продукции, освоению новых видов продукции и технологий»³. В этом направлении актуальным считается проведение научных исследований по разработке новых рецептур маргарина с использованием имитаторов жира, полученных из природных источников, а

³ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года №УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

также создание технологий производства маргариновой продукции с пониженным содержанием жира, обладающей высоким качеством и лёгкой усвояемостью.

Данное диссертационное исследование в определённой степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах и Постановлениях Президента Республики Узбекистан №УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», № ПП-3236 от 23 августа 2017 года «О Программе развития химической промышленности на 2017–2021 годы», №ПП-307 от 6 июля 2022 года «Об организационных мерах по реализации стратегии инновационного развития Республики Узбекистан на 2022-2026 годы», №ПП-4821 от 9 сентября 2020 года «О мерах по ускоренному развитию пищевой промышленности республики и полноценному обеспечению населения качественной продовольственной продукцией», №ПП-4887 от 10 ноября 2020 года «О дополнительных мерах по обеспечению здорового питания населения», №ПП-5853 от 23 октября 2019 года «Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы», а также Постановлением Кабинета Министров от 20 января 2022 года №37 «О мерах по дальнейшей поддержке новых перспективных проектов производителей продуктов питания в республике» и другими нормативно-правовыми актами, имеющими отношение к данной деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в республике. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий в Республике VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации⁴. Научные исследования по получению имитаторов жира, изучению их свойств и использованию в различных пищевых продуктах для формирования рецептур маргарина с пониженным содержанием жира и совершенствованию технологий его производства проводились в ведущих мировых научных центрах и высших учебных заведениях, в том числе в Yildiz Technical University (Турция), University of Copenhagen (Дания), University of Extremadura (Испания), Jiangnan University (Китай), Ankara University (Турция), Latvia University of Life Sciences and Technologies (Латвия), University of Belgrade (Сербия), Казанском национальном исследовательском технологическом университете (Россия), во Всероссийском научно-исследовательском институте жиров (Россия), в American Oil Chemists Society (AOCS) (США), в Cornell university (США), в Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова (Узбекистан), в Ташкентском химико-технологическом институте (Узбекистан).

Найдены новые источники углеводов-, белок- и жирозаменяющих имитаторов жира, определены их физико-химические и реологические свойства, получен ряд

⁴Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации составлено на основе: www.czu.cz, www.iitb.ac.in, www.unipage.net, www.cnr.it, www.put.poznan.pl, www.polandstudy.com, www.cextremelab.edu.rs, www.upm.es, www.umt.edu.pk, www.hotcourses.ru, www.gatech.edu, www.unist.ac.kr, www.tdtu.uz, www.tkti.uz, www.urmon.uz и других источников.

научных результатов по рациональному использованию их в технологии производства пищевых продуктов. В частности, разработана технология применения в составе пищевых продуктов пищевых добавок, богатых белком, витаминами, углеводами, макро- и микроэлементами, содержащих большое количество питательных веществ (Yildiz Technical University, Турция; University of Extremadura, Испания), определены показатели безопасности и качества готовой продукции при использовании имитаторов жира в составе пищевых продуктов (University of Copenhagen, Дания; Ankara University, Турция), создана технология производства текстуратов, изолятов и концентратов из растительного сырья (University of Granada и Institute of Nutrition and Food Technology «José Mataix», Испания), при производстве пищевых добавок, богатых питательными элементами, на основе местного растения топинамбур определены их функционально-технологические свойства (Department of Chemistry, McGill University, Канада), усовершенствована технология получения маргарина, спреда, майонеза, мороженого и других жировых эмульсионных продуктов с пониженным содержанием жира путём введения имитаторов жира в рецептуру (Ташкентский химико-технологический институт, Ташкентский государственный аграрный университет, Узбекистан).

В мире ведутся исследования по ряду приоритетных направлений, связанных с выделением из растительных источников природных функциональных и биологически активных веществ, их введением в рецептуры жировых продуктов в качестве имитаторов жира и разработкой технологий производства готовой продукции с новыми свойствами. В частности, разрабатываются технологии получения биологически активных и пищевых добавок, применения саломаса, хлопкового пальмитина, пальмового масла, переэтерифицированных жиров и хлопковых масел при совершенствовании рецептуры маргарина, снижения отрицательного влияния сырья на органолептические показатели маргарина, создания и внедрения новых рецептур маргарина с использованием имитаторов жира, полученных из природных источников, которые превосходят синтетические аналоги по питательной ценности и скорости усвоения в организме.

Степень изученности проблемы. По природным полимерам, углеводам, белкам и другим веществам, образующим гидрогели, по технологиям получения гидрогелей, используемых в качестве имитаторов жира, а также по изучению свойств полученных гидрогелей научно-исследовательские работы проводили Anna Florowska, L.Zhang, Z.Herceg, Adonis Hilal, Ali Maha, Mostafa Rehab, Raja Aravamuthan, Tomasz Florowski, C.F.Ognean, Biljana Pajin, Ivana Nikolić, A.Patel, H.Liu, Johannes Dreher, Maurice König, Kurt Herrmann, Jochen Weiss, Е.Ю.Сорокина, А.П.Нечаев, В.В.Ключкин, Н.С.Арутюнян, Е.П.Корнена, А.Н.Лисицин, Ю.К.Кадиров, С.А.Абдурахимов, И.Б.Исабаев, А.Т.Рузибаев, Д.А.Рахимов, С.Х.Абдураззакова, Г.Рахмонбердиев, К.О.Додаев и другие.

Ими были определены свойства веществ, обладающих способностью образовывать гидрогели, разработаны оптимальные режимы гелеобразования, а полученные гидрогели использованы в рецептурах различных пищевых продуктов в качестве имитаторов жира. Изучены органолептические, физико-

химические, токсикологические, микробиологические и другие свойства продуктов с добавлением имитаторов жира.

Вместе с тем ведутся научные исследования в направлении использования клубней топинамбура, получения из них инулина, изучения свойств инулина, получения на его основе гидрогелей и применения их в составе различных пищевых продуктов в качестве имитаторов жира для разработки технологий производства продуктов с пониженным содержанием жира.

Связь диссертационного исследования с научно-исследовательскими планами учебного заведения, где выполнена диссертация. Данное исследование проводилось в рамках практических проектов в соответствии с научно-исследовательской программой Ташкентского химико-технологического института АМ-ФЗ-201908159 «Разработка технологии получения диетического маргарина, обогащенного функциональными добавками на основе местного сырья» (2020-2022 годы) и АЛ-7823051664 «Разработка шоколадной пасты с пониженным содержанием сахара на основе местного сырья» (2024-2025 годы).

Целью исследования является получение экстракта инулина из клубней местного топинамбура и использование его в качестве имитатора жира при разработке рецептуры маргарина с пониженным содержанием жира, а также совершенствовании технологии его производства.

Задачи исследования:

исследование процесса получения водного экстракта инулина из клубня топинамбура, определение состава и физико-химических свойств полученного экстракта;

изучение реологических свойств раствора и экстрактов инулина;

приготовление гидрогелей на основе раствора и экстрактов инулина и исследование их свойств;

разработка рецептуры маргарина с использованием гидрогелей инулина в качестве имитаторов жира;

изучение влияния гидрогелей инулина на физико-химические свойства маргарина;

определение оптимальных условий для производства маргарина с использованием имитаторов жира;

определение влияния имитаторов жира в полученных новых видах маргарина на срок их хранения;

исследования безопасности маргарина, обогащенного имитаторами жира;

совершенствование технологии производства маргарина с применением имитаторов жира и определение экономической эффективности производства.

Объектами исследования являются местный клубень топинамбура, инулин, переэтерифицированный жир, эмульгатор и другие добавки.

Предметом исследования является разработка научных основ формирования рецептуры маргарина с пониженным содержанием жира с использованием инулиновых гелей в качестве имитаторов жира и изучение закономерностей данного процесса.

Методы исследования. В научно-исследовательской работе использованы

физико-химические, биохимические, микробиологические и токсикологические методы исследования сырья и готовой продукции, а также методы анализа реологических свойств продуктов в составе продуктов с применением экспериментального подхода.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

доказано, что при получении качественного инулинового экстракта из клубней топинамбура использование ультразвуковых волн позволяет сократить продолжительность процесса до 1,5 раз по сравнению с традиционным методом;

установлены реологические свойства гидрогелей, полученных на основе инулинового раствора и экстрактов, и обосновано, что их применение в рецептах маргарина в качестве имитаторов жира позволяет снизить расход жира на 12-20%;

выявлены закономерности влияния инулиновых гидрогелей на физико-химические и органолептические свойства маргарина, обосновано, что при использовании их в качестве имитаторов жира эффективным является проведение процессов охлаждения маргариновых эмульсий при температуре на 3-4°C ниже по сравнению с традиционным методом;

доказано, что срок хранения маргарина с имитатором жира, полученным на основе инулинового экстракта, увеличивается в 1,3–1,5 раза, и обоснована его безопасность по микробиологическим и токсикологическим показателям;

усовершенствована технология получения маргарина с пониженным содержанием жира с использованием инулинового экстракта, полученного из клубней топинамбура, в качестве имитаторов жира.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана интенсивная технология получения высококачественного водного экстракта инулина из клубней местного топинамбура;

определены оптимальные параметры производства геля из водного раствора инулина и экстракта инулина, полученного из клубней топинамбура;

разработан рецепт маргарина с пониженным содержанием жира за счет использования углеводных гидрогелей в качестве имитаторов жира;

усовершенствована технология производства маргарина с применением имитаторов жира.

Достоверность результатов исследований основана на том, что при анализе использованы современные физико-химические методы исследования, получены гели из водного раствора инулина и экстракта инулина из топинамбура, разработана рецептура маргарина пониженной жирности с их использованием и внедрены новые технологии.

Достоверность результатов исследования объясняется использованием физико-химических, биохимических, микробиологических и токсикологических методов при разработке водного раствора инулина и инулиновых гелей, полученных из клубней топинамбура, проведением экспериментальных исследований в условиях разработки рецептов маргарина с пониженным содержанием жира, соответствием сравнительных результатов с используемыми на практике образцами на основе анализов готовой продукции, выполненных в аккредитованных сертифицированных лабораториях.

Научная и практическая значимость результатов исследований.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что при использовании геля, полученного из инулина клубней топинамбура методом ультразвуковой экстракции в водном экстрагенте, в процессе производства маргарина научно обоснованы их функционально-технологические свойства, улучшение органолептических показателей, сокращение технологического процесса, увеличение выхода готовой продукции, а также установлена научная основа взаимосвязи между жировой, гелевой и водной фазами при применении геля в составе маргарина в качестве имитатора жира.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что получение геля на основе инулинового экстракта из клубней топинамбура и его использование в составе маргарина в качестве имитатора жира позволяет снизить расход импортных жиров, повысить диетические свойства маргарина, а также, применяя полученный гель в составе пищевых, жировых, мясомолочных и кондитерских продуктов, способствует повышению производительности выпускаемой продукции.

Внедрение результатов исследований. На основе полученных научных результатов по получению инулинового экстракта из местных клубней топинамбура и его применению в качестве имитатора жира для формирования рецептуры маргарина с пониженным содержанием жира и совершенствования технологии его производства:

технология получения светлого инулинового экстракта из клубней топинамбура интенсивным методом внедрена на предприятии ООО «Best Tastes Technology». (справка №КС/3-4 от 3 января 2025 года Ассоциации предприятий масложировой промышленности Республики Узбекистан). В результате улучшены органолептические свойства, что позволило получить высококачественный инулиновый экстракт;

технология получения инулинового экстракта из местных клубней топинамбура внедрена на предприятии ООО «Best Tastes Technology». (справка №КС/3-4 от 3 января 2025 года Ассоциации предприятий масложировой промышленности Республики Узбекистан). В результате это позволило получить экстракт с более высоким содержанием инулина по сравнению с традиционным методом;

технология производства нового типа маргарина с пониженной жирностью с использованием имитаторов жира включена в «Список разработок, подлежащих внедрению в 2024–2026 годах» Ассоциации предприятий масложировой промышленности Республики Узбекистан. (справка №КС/3-4 от 3 января 2025 года Ассоциации предприятий масложировой промышленности Республики Узбекистан). В результате это позволило снизить содержание жировой основы в маргарине 80 и 60 % соответственно до 60 и 45 %.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований обсуждались в виде докладов на 12 международных и 4 республиканских научно-технических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме и материалам диссертации опубликован 1 патент, 2 монографии, 25 научная работа, 9 научных

статей, в том числе 3 в отечественных и 6 зарубежных изданиях, рекомендованных к публикации основных результатов докторских диссертаций (DSc) Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 198 страниц компьютерного текста.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В введении обосновываются актуальность и необходимость проводимых исследований, описываются цели и задачи, объекты и предметы исследований, а также показывается их совместимость с приоритетными направлениями развития науки и техники республики. Описаны научная новизна и практические результаты исследования, раскрыта научная и практическая значимость полученных результатов, представлены сведения о внедрении результатов исследования в практику, опубликованные работы и структура диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Перспективные направления масложирной маргариновой продукции»** подробно изложены результаты научных исследований по теме, анализ зарубежной и отечественной литературы. Данные обобщены и проанализированы с научной точки зрения. Приведены и прокомментированы подробные сведения о видах маргарина и технологиях их производства, о современном значении эмульсионных продуктов с пониженной жирностью, о рецептурах диетического маргарина, обогащённого имитаторами жира, и о перспективах их совершенствования. Отмечается отсутствие исследований по использованию заменителей жиров на основе инулина в пищевых продуктах, включая маргарины. На основании выводов, основанных на источниках в научной литературе, определены актуальность и необходимость, цели и задачи диссертации.

Во второй главе диссертации под названием **«Техника получения маргарина, методы анализа продуктов и сырья»**, исследуются сырьевые материалы, их описание, лабораторное оборудование для подготовки сырья и производства маргариновой эмульсии, методы анализа сырья, материалы и готовая продукция, используемые при производстве маргарина, получении гелей инулина, а также сведения о методах анализа, статистической обработки результатов исследований и методах оценки погрешностей.

Были исследованы методы получения инулинового экстракта из клубней топинамбура: прессование, прессование-экстракция и экстракция, при этом изучены показатели технологических процессов для каждого метода. Когда экстракт инулина был взят непосредственно из клубней топинамбура, его органолептические показатели не находились на необходимом уровне. По этой причине клубень топинамбура сначала был высушен, затем из него был получен порошок, из которого экстрагировали инулиновый экстракт.

Качество экстракта зависит от порошка, а качество порошка зависит от процесса сушки нарезанных ломтиков топинамбура. Поэтому ломтики топинамбура были высушены при комнатной температуре и температуре от 40

до 80°C и изучено влияние температуры на органолептические и физико-химические показатели продукта (табл. 1).

Из таблицы 1 видно, что температура сушки оказала существенное влияние на органолептические показатели продукта. При высоких температурах наблюдалось снижение окраски и консистенции листьев топинамбура. Влажность листьев топинамбура снизилась до 6,3-7,8% в зависимости от температуры сушки и продолжительности процесса. Это, в свою очередь, привело к увеличению массовой доли углеводов в сушеном продукте до 68,4-70%, белков до 9,1-9,3%, минеральных веществ до 5,4-5,9%. В частности, содержание инулина увеличилось до 41,2–44,3%. Сушка при более высоких температурах привела к гидролизу части инулина. Наилучшие результаты были получены при сушке при комнатной температуре и при температуре до 50°C. При более высоких температурах наблюдалось снижение показателей.

Таблица 1

Влияние температуры сушки на органолептические и физико-химические показатели получаемого продукта

Наименование показателей	Температура сушки					
	Комнатная температура	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C
Органолептические показатели						
Цвет	9	9	8	8	7	6
Вкус	8	8	8	8	9	9
Запах	9	9	9	9	8	8
Консистенция	9	8	8	7	7	6
Общий	35	34	33	32	31	29
Физико-химические показатели						
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	7,5	7,1	7,0	7,8	7,3	6,3
Массовая доля углеводов, %	68,8	69,5	69,6	68,4	69,4	70,0
в том числе инулин, %	44,0	44,3	44,2	42,8	42,6	41,2
Массовая доля белка, %	9,1	9,2	9,2	9,1	9,2	9,3
Массовая доля минеральных веществ, %	5,6	5,8	5,8	5,4	5,8	5,9
Другие вещества, %	9,0	8,4	8,4	9,3	8,3	8,5

Сушеный порошок клубней топинамбура (ПКТ) экстрагировали водой в соотношении 1:10 по весу при температуре от 50 до 90°C в течение 30–120 мин. Изучалось влияние времени и температуры на процесс. Полученные результаты представлены на рисунке 1а.

На рисунке 1а показано, что выход инулина увеличивается с увеличением времени экстракции и температуры. Выход инулина был низким, если процесс проводился при температуре 50°C в течение 120 мин. Максимальный выход инулина (63%) был достигнут в течение 90–105 мин при температуре 90°C. При других температурах этот показатель был ниже.

Влияние гидромодуля на высвобождение инулина изучалось путем экстракции ПКТ водой в соотношениях 1:8, 1:10, 1:12, 1:14 и 1:16 при температуре 90°C в течение 30–120 минут. Полученные результаты представлены на рисунке 1б.

На рисунке 1б показано, что выход инулина относительно исходного

количества увеличился от 26,6 до 81,7% в зависимости от продолжительности экстракции при увеличении гидромодуля от 1:8 до 1:16. Наилучшие результаты получены при гидромодуле 1:14 и 1:16 и продолжительности экстракции 90 мин. Последующее увеличение гидромодуля и продолжительности экстракции не оказало существенного влияния на выход инулина.

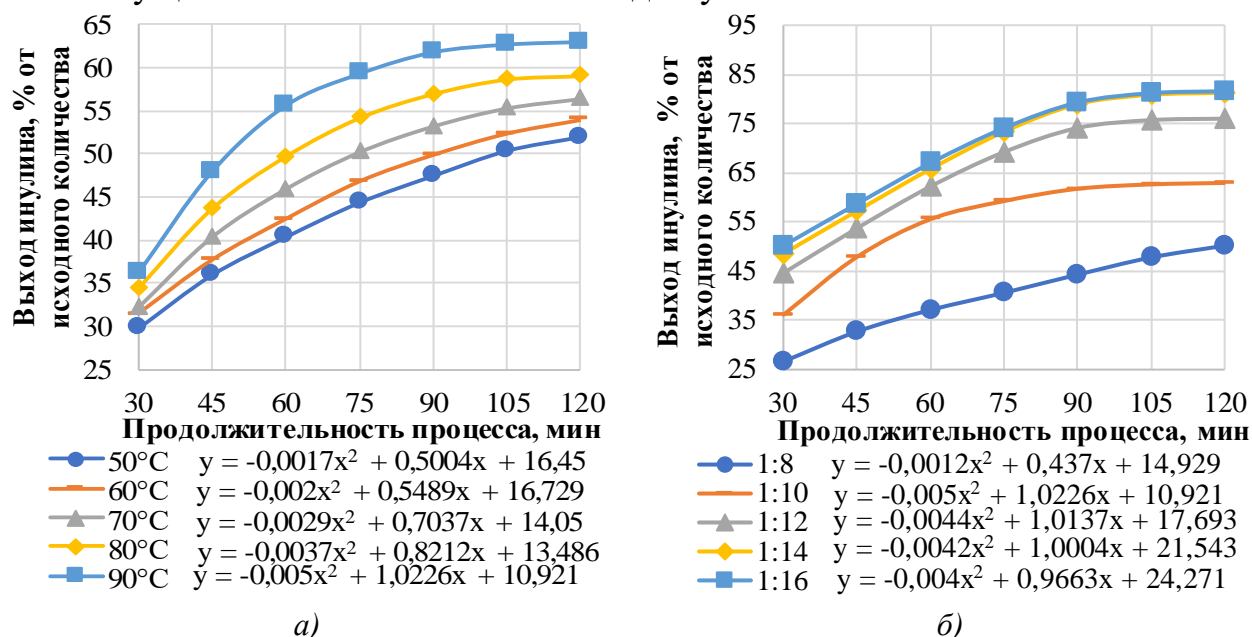


Рис. 1. Влияние продолжительности процесса экстракции, температуры (а) и гидромодуля (б) на количество инулина, высвобождаемого из ПТК.

Для ускорения процесса извлечения инулина из ПКТ и повышения его производительности его экстракцию проводили под воздействием ультразвука частотой 40 кГц. При этом воду добавляли в соотношении 1:10 к массе ПКТ, температуру процесса устанавливали от 50 до 90°C, а продолжительность – от 30 до 120 мин. Изучено влияние температуры и продолжительности процесса на выход инулина. Полученные результаты представлены на рисунке 2а.

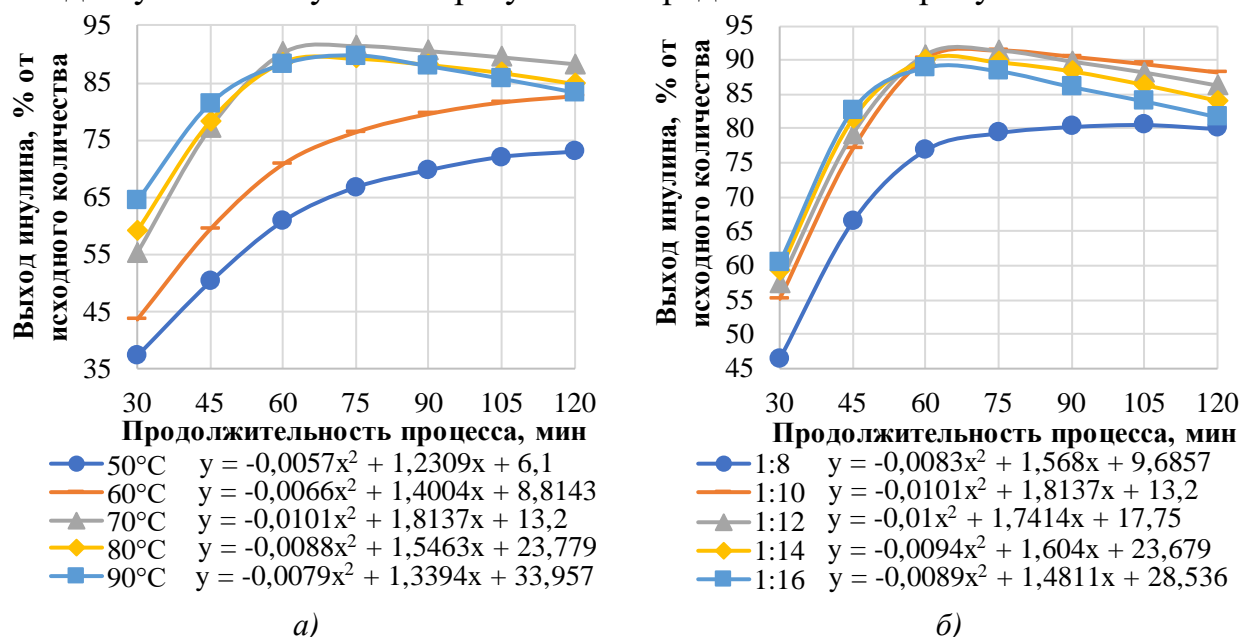


Рис. 2. Влияние продолжительности ультразвуковой экстракции, температуры (а) и гидромодуля (б) на количество инулина, высвобождаемого из ПТК.

Из рисунка 2а видно, что воздействие ультразвука ощущалось при извлечении инулина из ПКТ. При экстракции при температурах 50 и 60°С в течение 75 минут выход инулина быстро увеличивался и затем оставался неизменным. При температуре 70-90°С количество выделяемого инулина увеличивалось до 60 минут, затем уменьшалось. Это объясняется разложением инулина в воде.

Изучено влияние ультразвука на процесс экстракции инулина из ПКТ в гидромодулях различного соотношения. Гидромодуль устанавливали на 1:8, 1:10, 1:12, 1:14, 1:16, процесс проводили при температуре 70°С в течение 30-120 мин. Результаты представлены на рисунке 2б.

Из рисунка 2б видно, что при увеличении гидромодуля от 1:8 до 1:16 изменялась и степень экстрагирования инулина. Во всех гидромодулях наибольший результат наблюдался при времени экстракции 60 мин, при этом при соотношении 1:10 и выше дальнейшее продолжение процесса экстракции приводило к снижению содержания инулина.

Из приведенных выше результатов следует вывод, что для извлечения инулина из ПКТ с использованием ультразвука целесообразно установить продолжительность процесса 60 мин, температуру 70°С и соотношение гидромодулей 1:10. Наиболее подходящие технологические режимы традиционного и ультразвукового методов, а также химический состав полученных при их использовании экстрактов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Оптимальные технологические режимы процессов получения экстракта инулина из ПКТ традиционным методом (ТМ) и ультразвуком (УЗ) и состав экстракта

Наименование показателей	Методы экстракции			
	Традиционный метод	С участием ультразвука	Традиционный метод	С участием ультразвука
Температура, °С	90	90	70	70
Продолжительность процесса, мин	90	60	90	60
Гидромодуль	1:14	1:14	1:10	1:10
Показатель рН	6,5-7,0	6,5-7,0	6,5-7,0	6,5-7,0
Химический состав экстракта				
Содержание углеводов, %	4,6	5,3	4,1	6,0
Содержание инулина, %	2,5	3,4	2,4	3,9
Содержание белков, %	0,4	0,5	0,3	0,6
Содержание влаги и летучих веществ, %	93,9	93,0	94,4	92,2
Другие вещества, %	1,1	1,2	1,2	1,2

Из таблицы 2 следует, что применение ультразвука при экстракции инулина позволило снизить температуру процесса на 20°С, продолжительность на 30 мин, а гидромодуль в 1,4 раза. При этом выделение углеводов увеличилось в 1,3 раза, а выделение инулина и белка - до 1,5 раза.

С целью повышения концентрации сухих веществ в экстракте, в том числе инулина, полученные при соответствующих технологических условиях экстракты упаривали и концентрировали при температуре 70°С и остаточном

давлении 150-200 мм рт.ст. Процесс концентрирования продолжался до тех пор, пока содержание инулина не составило 10, 20, 30 и 40%. Состав полученных экстрактов был проанализирован, и результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Состав выделенных экстрактов инулина в различных концентрациях

Наименование компонентов	исходный		Концентрированный							
			10%		20%		30%		40%	
	ТЭ	УЭ	ТЭ	УЭ	ТЭ	УЭ	ТЭ	УЭ	ТЭ	УЭ
Содержание углеводов, %	4,6	6,0	18,49	15,48	36,5	31,2	54,72	47,35	72,5	61,73
Содержание инулина, %	2,5	3,9	10,20	10,06	20,10	20,28	30,19	30,77	40,01	40,12
Содержание белков, %	0,5	0,6	1,64	1,55	3,2	3,12	4,85	4,73	6,43	6,17
Другие вещества, %	1,0	1,2	3,46	3,09	6,8	6,24	10,24	9,47	13,56	12,35
Содержание влаги и летучих веществ, %	93,9	92,2	76,41	79,88	53,5	59,44	30,19	38,45	7,5	19,75
Общий	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

В таблице 3 представлен состав экстракта в 4 различных концентрациях, полученный методами традиционной и ультразвуковой экстракции. Содержание сухого вещества в экстракте, полученном оригинальным традиционным методом, составило 6,1%, содержание углеводов - 4,6%, из которых инулин - 2,5%, содержание воды - 93,9%. Полученный с помощью ультразвука экстракт содержал 7,8% сухого вещества, 6,0% углеводов, из которых 3,9% составлял инулин, и 92,2% - вода.

Содержание сухого вещества в экстрактах, полученных традиционным способом, составило 23,59, 46,5, 69,81 и 92,49% соответственно. При концентрировании экстракта инулина, выделенного с помощью ультразвука, содержание сухого вещества составило 20,12, 40,56, 61,55 и 80,25% соответственно. Дальнейшее увеличение концентрации экстрактов приводит к загустению продукта. Это не позволяет включать его в рецепты маргарина.

С целью определения коллоидно-химических показателей экстрактов инулина была изучена зависимость поверхностного натяжения экстракта на границе раздела фаз с воздухом от количества воды в его составе и полученные результаты сопоставлены с данными для водного раствора инулина (рис. 3а).

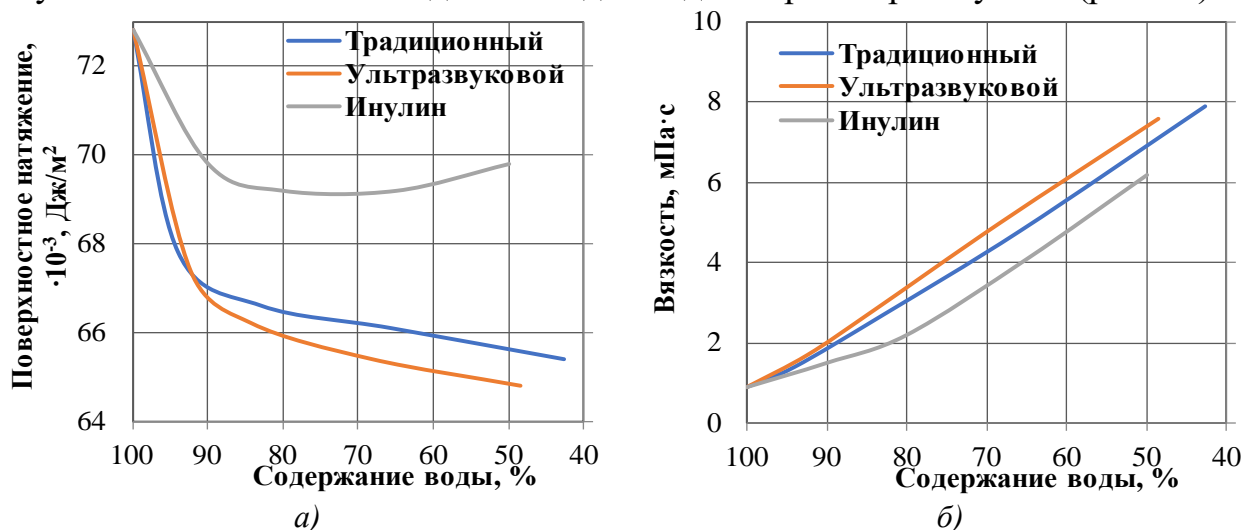


Рис. 3. Зависимость поверхностного натяжения (а) и динамической вязкости (б) экстракта и раствора инулина в воде от количества воды.

На рисунке 3а показано, что поверхностное натяжение на границе раздела воздуха трех образцов изменяется в зависимости от количества воды в исследуемом растворе. Результаты показывают, что экстракты обладают высокой поверхностной активностью, что означает, что их можно добавлять в эмульсионные продукты в качестве ассоциативного продукта в качестве поверхностно-активного вещества. Это помогает обеспечить устойчивость продукта и стабильность эмульсии.

На рисунке 3б показана динамическая вязкость растворов и экстрактов инулина. По этому, динамическая вязкость экстракта инулина была высокой. Увеличение динамической вязкости зависит главным образом от природы инулина. В этом случае образуется гелеобразный продукт путем конденсации инулина с водой. Это позволяет использовать продукт в качестве имитатора жира.

В последующих экспериментах из экстрактов был приготовлен гель инулина. Для сравнительного анализа использовали 10, 20, 30 и 40% водные растворы инулина. Был проанализирован объемный индекс геля каждого приготовленного геля. Результаты представлены на рисунке 4а.

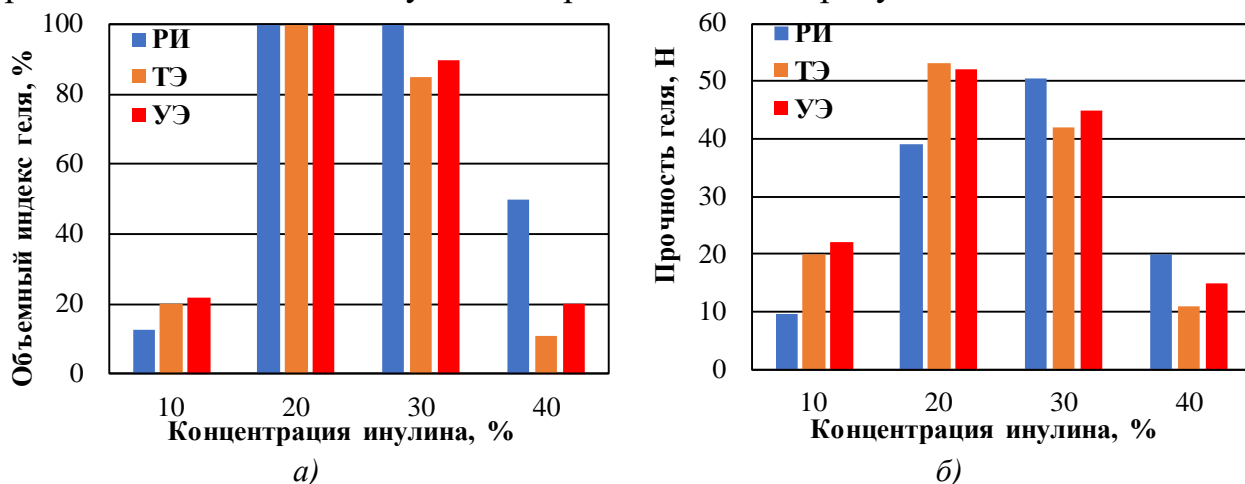


Рис. 4. Влияние концентрации инулина на объемный индекс геля (а) и прочность (б) геля.

На рисунке 4а показано, что при концентрации 10% во всех образцах образовалось небольшое количество геля. При концентрации 20% все образцы образовали 100% гель. При концентрации 30% раствор инулина образовывал 100% гель, а экстракты инулина образовывали менее 90% геля. При концентрации 40% все образцы не образовали полный гель. Это объясняется недостатком воды в растворах и образованием твердых осадков.

Изучено влияние концентраций растворов и экстрактов инулина на прочность геля. Результаты представлены на рисунке 4б.

На рисунке 4б показано, что прочность гелей, образованных из растворов и экстрактов инулина при концентрациях 10 и 40%, очень низкая. Прочность геля, полученного из 20%-ного раствора инулина, была относительно низкой, в то время как прочность геля, полученного из экстрактов инулина той же концентрации, показала самые высокие значения. Прочность геля, полученного из 30%-ного раствора инулина, была выше, чем у гелей, полученных из

экстрактов инулина той же концентрации. Это объясняется тем, что гели, полученные из экстрактов при данной концентрации, не были полностью сформированы и в них образовались осадки.

В последующих экспериментах была изучена зависимость вязкостных свойств гелей инулина от концентрации растворов и экстрактов, используемых при их приготовлении (рис. 5а).

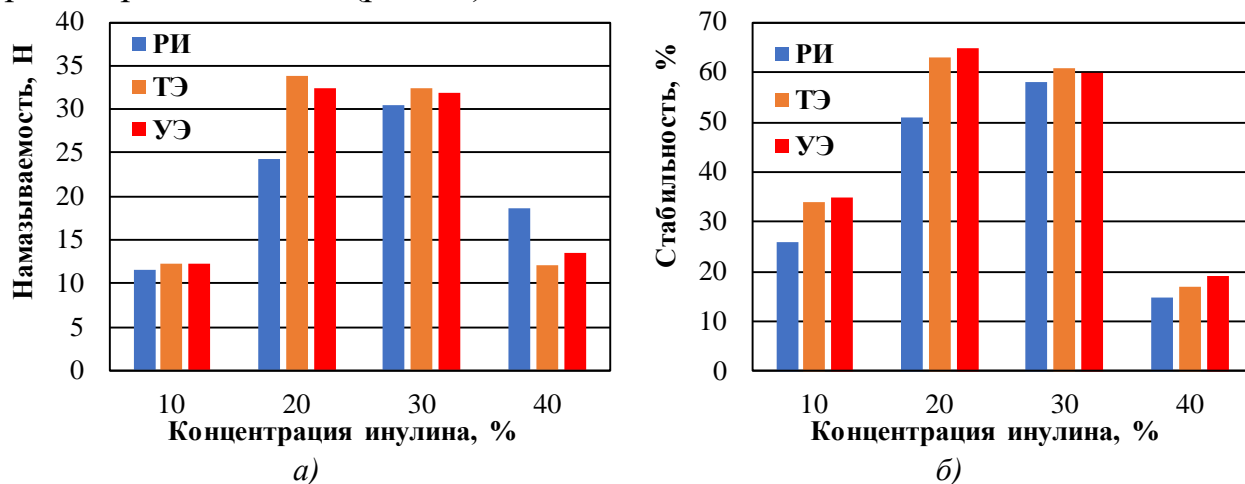


Рис. 5. Влияние концентрации инулина на намазываемость (а) и стабильность (б) геля.

На рисунке 5а показано, что намазываемость гелей инулина зависит от концентраций раствора и экстрактов. Гели, приготовленные из 10 и 40% концентрированных растворов и экстрактов, имеют низкую намазываемость. Гели, приготовленные из растворов и экстрактов концентрацией 20 и 30%, обладают высокой намазываемостью, соответствующей их твердости и прочности, легко и равномерно распределяются по поверхности. При приготовлении геля из раствора инулина его намазываемость увеличивается пропорционально концентрации инулина. Только при концентрации 40% этот закон нарушается.

Были проанализированы свойства стабильности гелей инулина. Полученные результаты представлены на рисунке 5б. Видно, что стабильность гелей инулина увеличивается пропорционально концентрации раствора инулина. Стабильность гелей, полученных из экстракта инулина, уменьшается с концентрацией в порядке 20% > 30% > 10% > 40%. Наилучшие результаты наблюдались при использовании экстрактов, содержащих инулин.

В четвёртой главе диссертации, названной «**Исследование применения экстракта клубней топинамбура в качестве имитатора жира при производстве маргарина**», приведены данные по выбору жировой фазы маргарина, использованию имитатора жира, его влиянию на устойчивость маргариновой эмульсии, физико-химические показатели, срок хранения и качество, а также влияние технологических показателей на качество маргарина с имитатором жира и результаты токсикологического анализа маргаринов.

Выбор правильной жировой основы является важным вопросом при производстве маргариновой продукции. Жировую основу маргаринов жирностью 60 и 80% формировали на основе перэтерифицированного жира и сливочного масла (таблица 4).

Таблица 4

Рецепт жировой основы маргарина с добавлением имитатора жира

№	Наименования масла	Количество, %	
		80%	60%
1	Сливочное масло	12,6	8,3
2	Переэтерифицированное масло	87,4	91,7

На подготовленных жировых основах были разработаны рецептуры 60% и 80% маргаринов (таблицы 5 и 6). Контрольный маргарин получил название М (контроль), маргарин с добавлением геля на основе раствора инулина получил название М-Гель (раствор), а маргарин с добавлением геля на основе экстракта инулина получил название М+Гель (экстракт). В этом случае 10, 20, 30 и 40% жира заменяются гелями инулина.

Таблица 5

Рецепты маргарина с 80% ным и с добавлением имитатора вместо жира, сформированного на его основе

Компоненты маргарина, %	М (контроль)	М+Гель (раствор)	М+Гель (экстракт)
Жировая основа	80	37-78	37-78
Краситель	0,1	0,1	0,1
Эмульгатор	0,2	0,2	0,2
Соль	0,4	0,4	0,4
Фосфатидный концентрат	0,7	0,7	0,7
Антиоксидант	0,05	0,05	0,05
Сахар	0,4	0	0
Вода	18,15	1,55-15,55	1,55-15,55
Гель (раствор инулина, 20%)	0	5-60	0
Гель (экстракт инулина, 20%)	0	0	5-60
Общее количество	100	100	100

Из таблицы 5 видно, что в рецептуре 80% маргарина М (контроль), жировая основа составляет 80%, вода – 18,15%, сахар – 0,4%, остальные компоненты – 1,45%. Рецептура желированного маргарина М+Гель (раствор), приготовленного на основе раствора инулина, содержит 37–78% жира, 1,55–15,55% воды, 5–60% геля и 1,45% остальных компонентов, без добавления сахара. Такой же состав наблюдается и в рецептуре маргарина М+Гель (экстракт) с добавлением геля, который получен на основе экстракта инулина. В рецептурах маргарина с добавлением гелей инулина массовые доли жировой основы и воды уменьшаются на одинаковую величину, а количество геля добавляется равное полученной массе.

На основе разработанных рецептов были приготовлены эмульсии, при анализе состава которых установлено, что массовая доля воды не уменьшилась (рис. 6а).

График на рисунке 6а показывает, что при увеличении массовой доли геля, приготовленного на основе раствора инулина в рецептуре маргарина с 5 до 60%, массовая доля жировой фазы снизилась с 81 до 38%, а массовая доля воды увеличилась с 18,15 до 49,55%. За счет инулина в геле массовая доля сухих веществ в маргарине увеличилась с 0,8 до 12,4%.

Вышеуказанные эксперименты были также повторены для разработки рецептур маргарина М+Гель (экстракт) с добавлением геля, полученного из экстракта инулина. Это также можно увидеть на рисунке 6б.

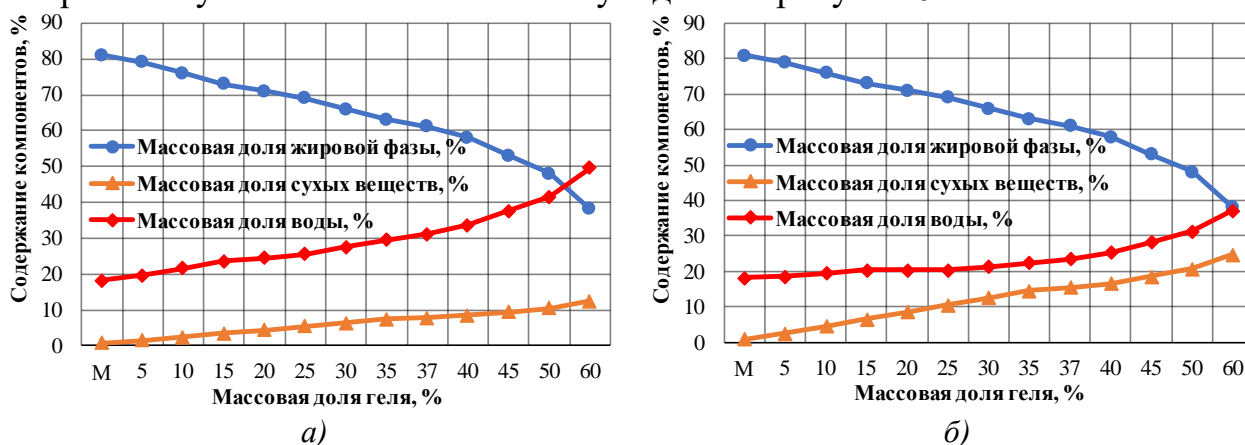


Рис. 6. Изменение массовых долей жира, воды и сухих веществ в 80%-ном маргарине и эмульсиях М+Гель(раствор) (а) и М+Гель(экстракт) (б), полученных по рецептуре.

Из рисунка 6б видно, по мере увеличения массовой доли геля, приготовленного на основе инулинового экстракта, от 5 до 60% в рецепте маргарина, массовая доля жировой основы уменьшалась от 81 до 38%, массовая доля воды увеличивалась от 18,15 до 37,21%, а массовая доля сухих веществ - от 0,8 до 24,74%.

Проведённые выше эксперименты были выполнены и для рецептуры 60% маргарина. В полученный для опыта 60%-й маргарин вместо части жира были введены инулиновые гели, при этом 10, 20, 30 и 40% жира заменяли инулиновыми гелями. Рецептуры маргарина приведены в таблице 6.

Таблица 6

Рецепты маргарина с 60% ным и с добавлением имитатора вместо жира, сформированного на его основе

Компоненты маргарина, %	М (контроль)	М+Гель (раствор)	М+Гель (экстракт)
Жировая основа	60	30-58	30-58
Краситель	0,1	0,1	0,1
Эмульгатор	0,4	0,4	0,4
Соль	0,4	0,4	0,4
Фосфатидный концентрат	1	1	1
Антиоксидант	0,05	0,05	0,05
Сахар	0,4	0	0
Вода	37,65	8,05-35,05	8,05-35,05
Гель (раствор инулина 20%)	0	5-60	0
Гель (экстракт инулина 20%)	0	0	5-60
Общий	100	100	100

Из таблицы 6 видно, что в рецептуре 60% маргарина М (контроль) жировая основа составляет 60%, вода – 37,65%, сахар – 0,4%, остальные компоненты – 1,95%. Рецептура маргарина М+Гель (раствор) содержит 30-58% жировой основы, 8,05-35,05% воды, 5–60% геля и 1,95% остальных компонентов, без добавления сахара. Такой же состав наблюдается и в рецептуре маргарина

М+Гель (экстракт) с добавлением геля, который получен на основе экстракта инулина. Рецепты 60% маргарина с добавлением гелей инулина составляются так же, как рецепты 80% маргарина. На основе разработанных рецептур были приготовлены эмульсии и проведен анализ их состава (рис. 7а и 7б).

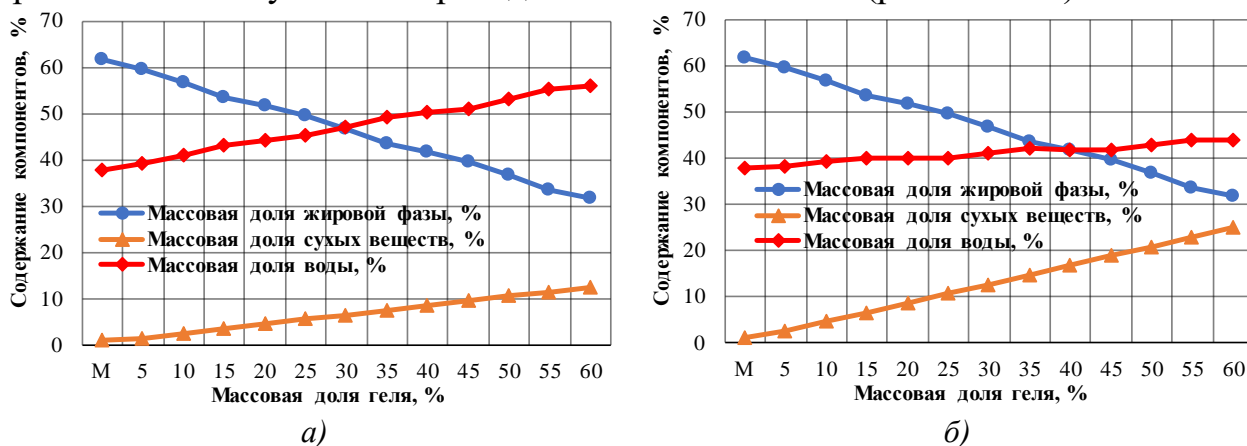


Рис. 7. Изменение массовых долей жира, воды и сухих веществ в 60%-ном маргарине и эмульсиях М+Гель(раствор) (а) и М+Гель(экстракт) (б), полученных по рецептуре.

На рисунке 7а показано, что при увеличении массовой доли геля, приготовленного на основе раствора инулина в рецептуре маргарина с 5 до 60 %, массовая доля жировой основы снизилась с 61,5 до 31,5 %, а массовая доля воды увеличилась с 37,65–56,05%. За счет инулина в геле массовая доля сухих веществ в маргарине увеличилась с 0,8% до 12,4%.

Из рисунка 7б видно, что при увеличении массовой доли геля, приготовленного на основе экстракта инулина, в рецептуре маргарина от 5 до 60 % массовая доля жировой основы уменьшается от 61,5 до 31,5 %, массовая доля воды увеличивается от 37,65 до 43,7%, а содержание сухого вещества увеличивается с 10,1 до 10,1%. Массовая доля увеличивается с 0,8 до 24,74%.

Влияние массовой доли инулиновых гелей на стабильность маргариновой эмульсии было изучено. Результаты представлены на рисунках 8а и 8б.

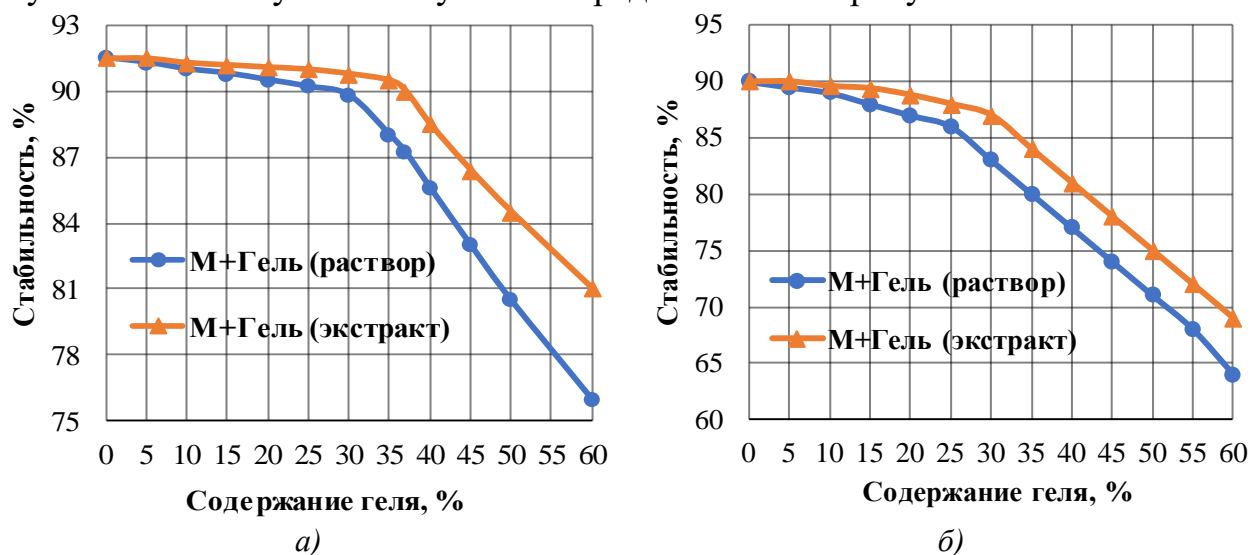


Рис. 8. Влияние количества геля на стабильность эмульсии, полученной по рецептуре с добавлением имитатора жира, сформированного на основе 80% (а) и 60% (б) маргарина.

На рисунке 8а показано, что при увеличении массовой доли геля с 5 до 60% устойчивость маргариновой эмульсии М+Гель (раствор) снизилась с 92 до 76%, а устойчивость маргариновой эмульсии М+Гель (экстракт) снизилась с 92 до 81%. Рассматривая изменения кривых, можно отметить, что кривая стабильности маргарина М+Гель (раствор) постепенно снижалась, когда массовая доля геля достигала 30%, но когда она превышала 30%, наблюдалось резкое отклонение кривой стабильности. Аналогичная картина наблюдалась в маргариновых эмульсиях М+Гель (экстракт), когда массовая доля геля превышала 37%. Резкое снижение кривых, уменьшение устойчивости эмульсии, объясняется снижением эффективности эмульгатора из-за увеличения в нем воды и сухих веществ.

На рисунке 8б показано, что при увеличении массовой доли геля, добавляемого в состав маргарина, с 5 до 60% стабильность эмульсии маргарина М+Гель (раствор) снизилась с 90 до 64%, а стабильность эмульсии М+Гель (экстракт) маргариновой эмульсии снизилась с 90 до 69%. В маргарине М+Гель (раствор) кривая стабильности медленно снижалась, когда массовая доля геля достигала 25%, но наблюдалось резкое отклонение кривой стабильности, когда она превышала 30%. Аналогичная картина наблюдалась в маргариновых эмульсиях М+Гель (экстракт) после того, как массовая доля геля превышала 30%.

В последующих экспериментах изучалось влияние массовой доли гелей инулина на твердость маргарина. Результаты представлены на рисунках 9а и 9б.

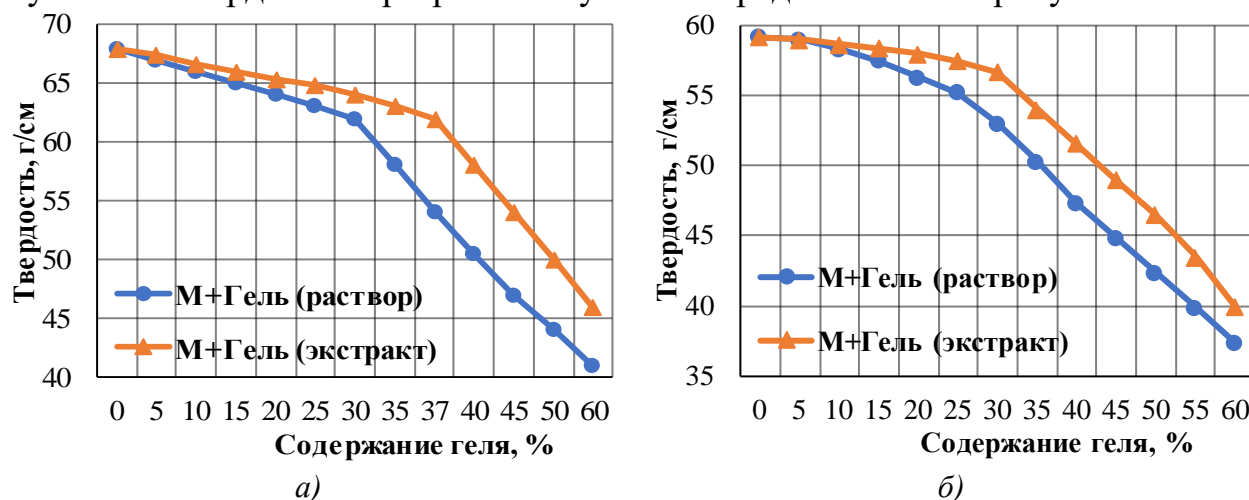


Рис. 9. Влияние количества геля на твердость эмульсии, полученной по рецептуре с добавлением имитатора жира, сформированного на основе 80% (а) и 60% (б) маргарина.

На рисунке 9а показано, что с увеличением количества геля твердость маргарина также уменьшается. При увеличении массовой доли геля от 5 до 60% твердость маргарина М+Гель (раствор) снизилась с 68 до 41 г/см³, а твердость маргарина М+Гель (экстракт) снизилась с 68 до 46 г/см³. Резкое отклонение кривых наблюдалось, когда массовая доля геля превышала 30% в маргарине М+Гель (раствор) и 37% в маргарине М+Гель (экстракт).

На рисунке 9б показано, что с увеличением количества геля твердость маргарина также уменьшается. При увеличении массовой доли геля от 5 до 60%

твердость маргарина М+Гель (раствор) снизилась с 58 до 37 г/см³, а твердость маргарина М+Гель (экстракт) снизилась с 58 до 40 см/см³. г. Резкое отклонение кривых наблюдалось, когда массовая доля геля превышала 25% в маргарине М+Гель (раствор) и 30% в маргарине М+Гель (экстракт).

В последующих экспериментах изучалось влияние массовой доли гелей, добавляемых в 80% маргарин, на его органолептические свойства. Для этого приготовленные маргарины были продегустированы с привлечением нескольких добровольцев и оценены по 10-балльной шкале. Первоначально были изучены органолептические свойства маргаринов М+Гель (раствор). Полученные результаты представлены на рисунке 10а.

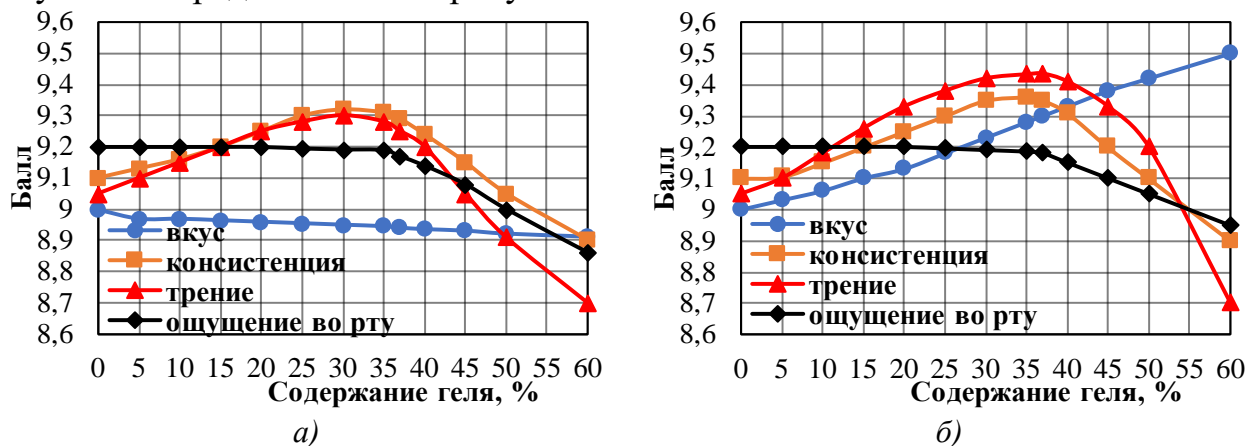


Рис. 10. Влияние количества геля на органолептические показатели эмульсии, полученной по рецептуре с 80% маргарином и гелем: М+Гель (раствор) (а) и М+Гель (экстракт) (б).

На рисунке 10а показано, что при увеличении массовой доли гелей в маргаринах М+Гель (раствор) до 30% улучшается их консистенция и намазываемость. Последующее увеличение массы геля привело к снижению значений этих показателей. Вкусовые ощущения от геля в маргарине оставались стабильными при увеличении массовой доли геля до 35%, но при последующих значениях массовой доли наблюдалось снижение. Вкус маргарина не изменился при увеличении массовой доли геля с 5 до 10%, но затем, по мере увеличения массовой доли геля, он только уменьшился.

В последующих экспериментах были изучены органолептические свойства маргаринов М+Гель (экстракт). Результаты представлены на рисунке 10б.

Данные на рисунке 10б показывают, что по мере увеличения массовой доли гелей в маргаринах М+Гель (экстракт) до 37% улучшаются их вкусовые ощущения, консистенция и намазываемость. Последующее увеличение массы геля привело к снижению значений этих показателей. С увеличением доли геля в маргарине его вкус только усиливался.

Согласно приведенным выше экспериментальным результатам, оптимальное количество жиримитированных инулинов в маргарине М+Gel (раствор) составило 30%, а в маргарине М+Гель (экстракт) – 37%. Проведен анализ химического состава, энергетической ценности и физико-химических показателей маргаринов, полученных с указанными массовыми долями имитатора жира (таблица 7).

Таблица 7

Химический состав и физико-химические показатели 80% ных маргаринов с добавлением имитатора жира

Наименование показателей	Образцы маргарина		
	М (контроль)	М+Гель (раствор)	М+Гель (экстракт)
Химический состав			
Общее содержание жира, г/100г	80	65	60
Содержание белка, г/100г	0	0	1,15
Содержание углеводов, г/100г	0,4	6,0	11,54
В том числе инулин, г/100г	0	6,0	7,5
Энергетическая ценность, ккал/100 г	721,6	595,8	549,4
Физико-химические показатели			
Кислотность °К	2,8	2,8	2,9
Содержание влаги и летучих веществ, %	18,15	27,55	23,54
Перекисное число, ммоль О/кг	3,82	3,82	3,83

Таблица 7 показывает, что при введении в рецептуру 80% маргарина геля инулина вместо жира, сахара и части воды его жирность снизилась с 80 до 65% в М+Гель (раствор) и с 80 до 60% в М+Гель (экстракт). Энергетическая ценность маргаринов составила 721,6 ккал для маргарина М (контроль), 595,8 ккал для маргарина М+Гель (раствор) и 549,4 ккал для маргарина М+Гель (экстракт). Содержание влаги и летучих веществ в маргаринах составило 18,15% в маргарине М (контроль), 27,55% в маргарине М+Гель (раствор) и 23,54% в маргарине М+Гель (экстракт).

В последующих экспериментах изучалось влияние массовой доли гелей, добавляемых в 60% маргарин, на органолептические свойства маргарина. Полученные результаты представлены на рисунках 11а и 11 б.

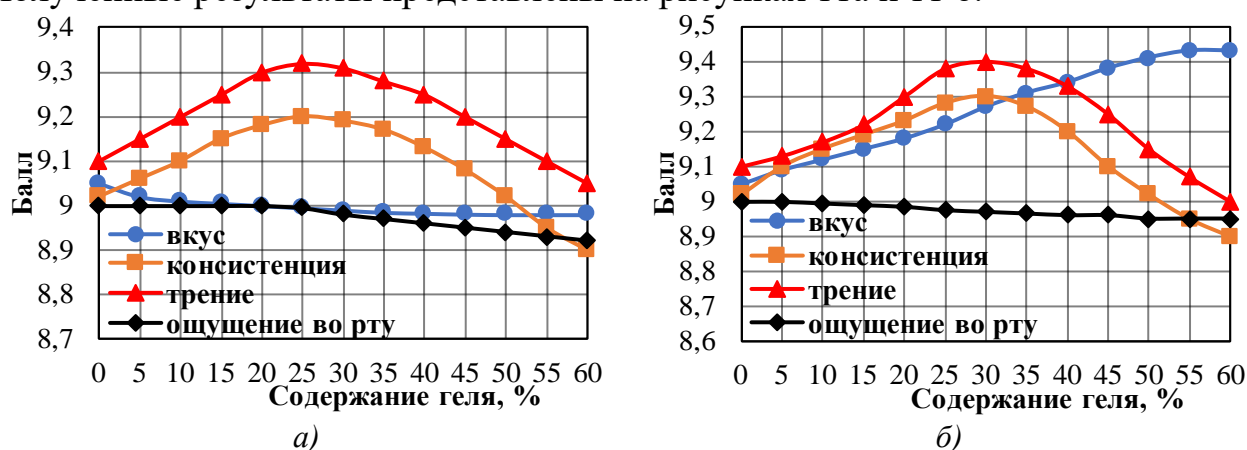


Рис. 11. Влияние количества геля на органолептические показатели эмульсии, полученной по рецептуре с 60% маргарином и гелем: М+Гель (раствор) (а) и М+Гель (экстракт) (б).

На рисунке 11а показано, что при увеличении массовой доли гелей в маргаринах М+Гель (раствор) до 25% улучшается их консистенция и намазываемость. Последующее увеличение массы геля привело к снижению значений этих показателей. Вкусовые ощущения от геля в маргарине оставались

стабильными при увеличении массовой доли геля до 30%, а при последующих значениях массовой доли наблюдалось снижение. Вкус маргарина ухудшается только по мере увеличения массовой доли геля.

На рисунке 11б показано, что при увеличении массовой доли гелей в маргаринах М+Гель (экстракт) до 30% улучшаются их вкусовые качества, консистенция и намазываемость. Последующее увеличение массы геля привело к снижению значений показателей. Было отмечено, что с увеличением доли геля, добавляемого в маргарин, вкус маргарина только усиливался. Первоначальное увеличение, а затем уменьшение консистенции и вязкости изделий, полученных на основе рецептуры 60% ного маргарина, объясняется количеством сухих веществ и воды в геле, входящих в его состав, как и у 80% ного маргарина.

Таблица 8

Химический состав и физико-химические показатели 60% маргаринов с добавлением имитации жира

Наименование показателей	Образцы маргарина		
	М (контроль)	М+Гель (раствор)	М+Гель (экстракт)
Химический состав			
Общее содержание жира, г/100г	60	48,0	45,0
Содержание белка, г/100г	0	0	0,94
Содержание углеводов, г/100г	0,4	5,0	9,36
В том числе инулин, г/100г	0	5,0	6,08
Энергетическая ценность, ккал/100 г	541,6	415,8	414,6
Физико-химические показатели			
Кислотность °К	2,4	2,4	2,6
Содержание влаги и летучих веществ, %	37,65	45,05	40,88
Перекисное число, ммоль О/кг	4,28	4,32	4,38

Согласно результатам вышеприведенного эксперимента, оптимальное количество жиримитаторов инулина составило 25% в маргарине М+Гель (раствор) и 30% в маргарине М+Гель (экстракт). Проведен анализ химического состава, энергетической ценности и физико-химических показателей маргаринов, полученных с указанными массовыми долями имитатора жира (таблица 8).

Таблица 8 показывает, что при введении в рецепт 60% маргарина геля инулина вместо части жира, сахара и воды его жирность снизилась с 60 до 48% в М+Гель (раствор) и с 60 до 45% в М+Гель (экстракт).

Пищевая ценность маргаринов составила 541,6 ккал для маргарина М (контроль), 415,8 ккал для маргарина М+Гель (раствор) и 414,6 ккал для маргарина М+Гель (экстракт). Содержание влаги и летучих веществ в маргаринах составило 37,65% в маргарине М (контроль), 45,05% в маргарине М+Гель (раствор) и 40,88% в маргарине М+Гель (экстракт).

В заключение следует отметить, что при замене жира и сахара в рецептуре маргарина на инулиновый гель жирность 80%-ного маргарина, в зависимости от типа геля, снижается на 15 и 20%, его энергетическая ценность - на 125,8 и 172,2 ккал, при этом содержание инулина увеличивается на 6 и 7,5%. У 60%-ного маргарина жирность снижается на 12 и 15%, пищевая ценность - на 125,8 и 127

ккал, а содержание инулина возрастает на 5 и 6,08%. Это способствует дальнейшему повышению диетических свойств маргарина.

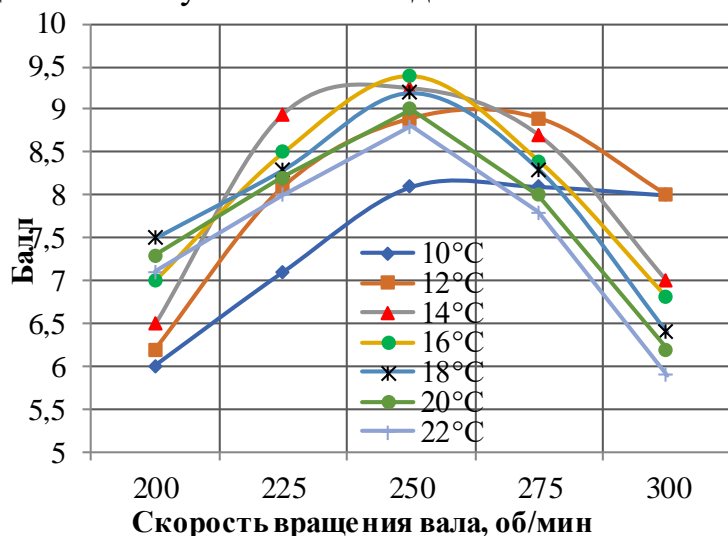


Рис. 12. Влияние температуры охлаждения эмульсии и скорости вращения вала на консистенцию маргарина с инулиновым гелем

Изучены оптимальные технологические параметры процесса охлаждения эмульсии, полученной на основе предложенной рецептуры маргарина с добавлением геля инулина. Температура охлаждения устанавливалась в диапазоне от 10 до 22°C, а скорость вращения вала вотатора – 200–300 об/мин. Результаты представлены на рисунке 12.

Как видно из рисунка 12, на консистенцию получаемых маргаринов влияет

температура процесса охлаждения эмульсии. Наилучшие результаты были получены для рецептов маргарина с добавлением геля инулина при температуре процесса 16°C, скорости вращения вала 250 об/мин. Это свидетельствует о том, что правильная реализация процесса переохлаждения позволяет обеспечить высокое качество производимого продукта и соответствие его консистенции требуемым стандартам. Это объясняется α -, β - и β' -полиморфными структурами глицеридов в маргариновой эмульсии.

Маргарины, приготовленные с использованием геля инулина, и традиционные маргарины (80 и 60%) были отобраны в лабораторных условиях и хранились в течение 12 месяцев, при этом контролировались показатели перекиси водорода. Результаты представлены на рисунках 13а и 13б.

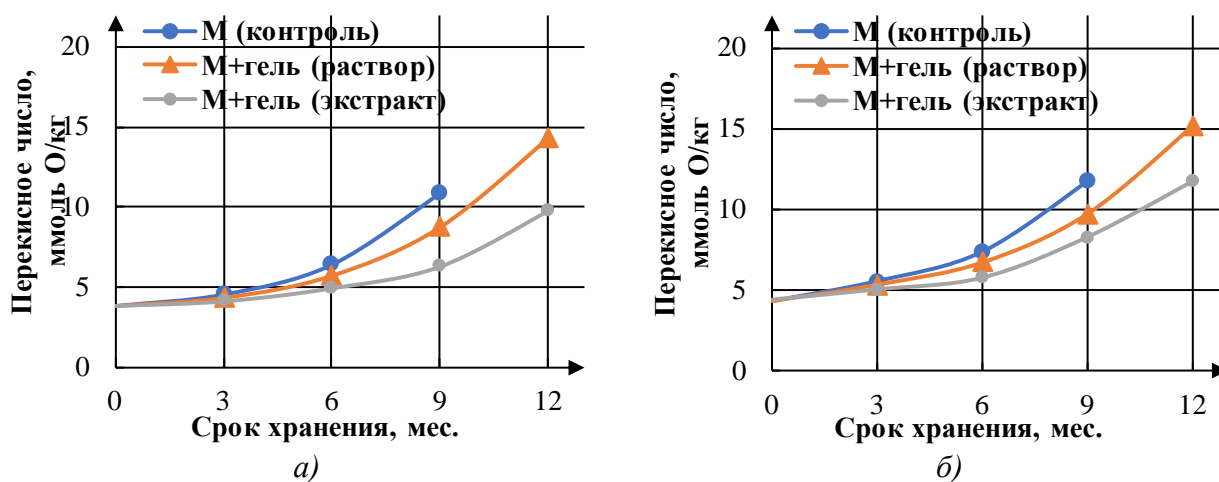


Рис. 13. Изменение перекисного числа в эмульсиях из 80% (а) и 60% (б) маргарина в процессе хранения.

Из рисунков 13а и 13б видно, что срок хранения маргаринов М+Гель (экстракт) выше по сравнению с традиционными. Установлено, что при

хранении традиционных маргаринов в течение 9 месяцев показатель перекисного числа превышал 10 ммоль О/кг для 80%-ного маргарина и 12 ммоль О/кг для 60%-ного. При хранении 80%-ных маргаринов М+Гель (экстракт) в течение 12 месяцев перекисное число оставалось ниже 10 ммоль О/кг, а у маргарина М+Гель (раствор) - ниже 14 ммоль О/кг. У 60%-ного маргарина М+Гель (раствор) через 9 месяцев хранения перекисное число не превышало 10 ммоль О/кг, а у М+Гель (экстракт) - 8 ммоль О/кг. Это свидетельствует о возможности хранения маргаринов М+Гель (экстракт) до 12 месяцев, что объясняется наличием полифенолов в маргарине с добавлением геля.

В последующих экспериментах были проанализированы микробиологические показатели маргарина с добавлением геля инулина. Микробиологический анализ проводился в соответствии с общим техническим регламентом «О безопасности масложировых продуктов». Полученные результаты представлены в таблице 9.

Таблице 9

Микробиологические показатели маргаринов с добавлением имитаторов жира после их хранения

Микробиологические показатели	UzTR.724-023:2020 норма установленная в общих технических регламентах	Маргарины		
		М (конт-роль)	М+Гель (раствор)	М+Гель (экстракт)
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г	не более $1 \cdot 10^5$	1·10	$1 \cdot 10^2$	менее 10
Бактерии, относящиеся к группе кишечные палочки (колиформы), г	не более 0,01	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Патогенные микроорганизмы (сальмонелла), г	не более 25	не обнаружено	не обнаружено	не обнаружено
Дрожжи КОЕ/г	не более $5 \cdot 10^2$	не обнаружено	10	менее 10
Плесеньевые грибы, КОЕ/г	не более 50			

Из данных, приведённых в таблице 9, видно, что бактерии, относящиеся к группе кишечной палочки (колиформы), а также патогенные микроорганизмы (сальмонеллы) во всех видах маргарина на протяжении всего срока хранения вовсе не выявлялись. КМАФАнМ, дрожжей и плесеней не превышало предельно допустимых норм, установленных техническим регламентом.

Таблица 10

Оценка летального действия исследуемого продукта при внутривенном введении лабораторным животным

Наименование	Доза, мг/кг	Количество животных в группе/количество погибших животных	LD ₅₀
Маргарин с добавлением имитатора жира на основе экстракта инулина	2000	6/0	не достигнуто
	3500	6/0	не достигнуто
	5000	6/0	не достигнуто

При изучении острой токсичности предлагаемого продукта в экспериментальных условиях определялась острая токсичность маргарина с добавлением инулинсодержащего жирового имитатора. Испытания проводились на двух видах лабораторных животных (белые mongrel крысы и мыши) путем однократного внутривенного введения в дозах 2000, 3500 и 5000 мг/кг на вес тела животных (таблица 10).

Таким образом, результаты токсикометрии и данные наблюдения за подопытными животными в период после острого отравления позволяют отнести маргарин с добавлением жиримитатора на основе инулина к безопасным веществам (IV класс опасности по ГОСТ 12.1.007).

В пятой главе диссертации под названием «Совершенствование технологии получения нового вида маргарина на основе местного сырья» представлены усовершенствованная технологическая схема и условия производства маргарина с использованием жировых имитаторов, результаты промышленных испытаний технологии представлены результаты использования жировых заменителей в производстве маргарина, экономическая эффективность производства маргарина и их анализ.

Усовершенствована технологическая схема приготовления маргариновой эмульсии и ее механической обработки на основе рецептур с использованием в качестве имитатора жира геля, приготовленного на основе экстракта инулина из клубней топинамбура (рис. 14).

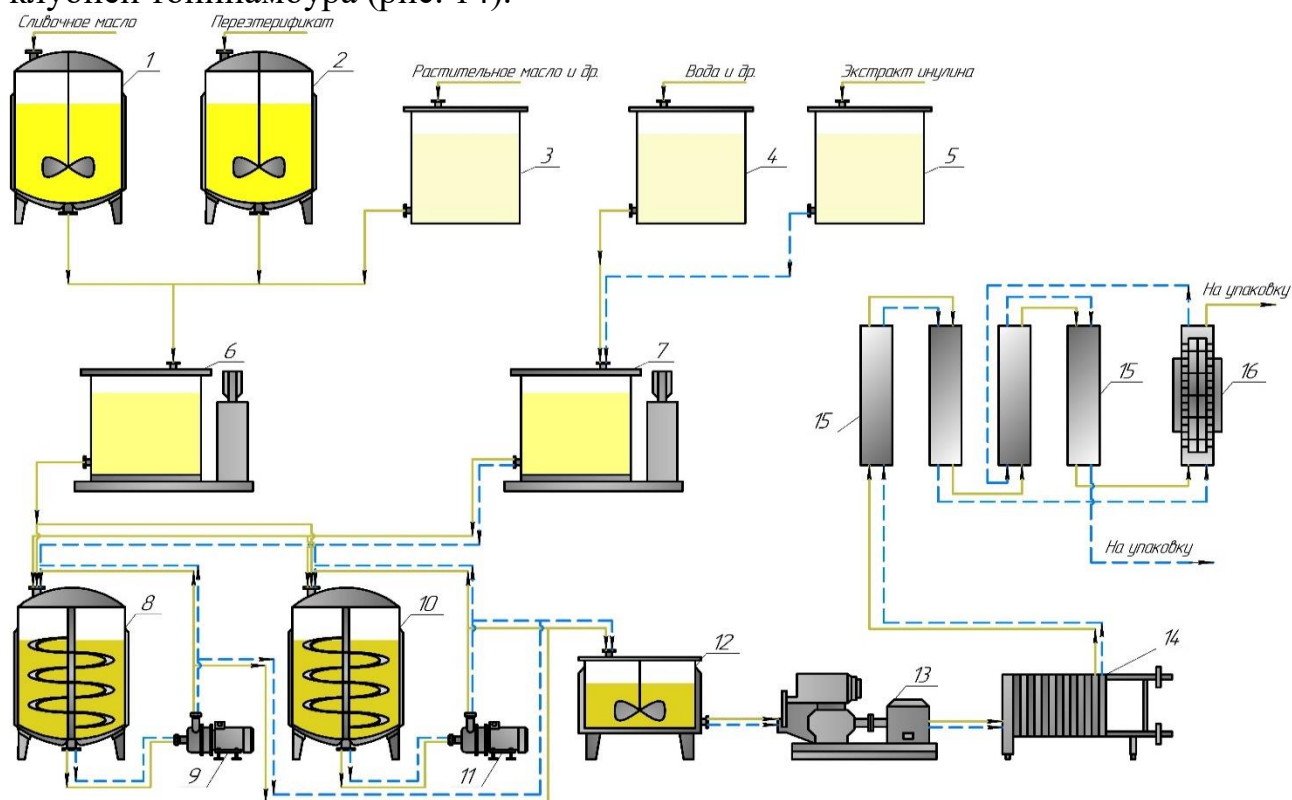


Рис. 14. Усовершенствованная технологическая схема производства маргарина с добавлением геля инулина в качестве имитатора жира.

1,2-ёмкость для жиров, 3-ёмкость для растительных масел, 4-ёмкость для водной фазы, 5-ёмкость для раствора сахара или геля инулина, 6,7-ёмкость для весов, 8,10-смеситель, 9,11-гомогенизаторы, 12-промежуточный бак, 13-насос высокого давления, 14-пастеризатор, 15-системы охлаждения, 16-декриссталлизатор.

Экономическая эффективность предлагаемого усовершенствования определялась путем сравнения материальных и иных затрат с традиционными. Ожидается, что цена на 60% маргарин снизится на 1 549,0 тыс. сумов, а на 80% маргарин – на 2 199,0 тыс. сумов за счет снижения потребления жиров и сахара.

ВЫВОДЫ

1. Изучены оптимальные технологические режимы сушки ботвы топинамбура. Установлено, что для получения продукта влажностью 7,0% температура составляет 50°C и продолжительность процесса – 10 часов.

2. Разработан интенсивный метод получения экстракта инулина из порошка клубней топинамбура под воздействием ультразвука. Это позволило снизить температуру процесса на 20°C, расход воды на 40% и продолжительность процесса на 30 мин. Установлено, что при получении экстракта инулина предлагаемым способом количество сухих веществ в нём увеличивается в 1,48 раза по сравнению с традиционным способом.

3. Установлено, что гелеобразующие свойства экстрактов инулина, полученных традиционным и предлагаемым способами, схожи, а по сравнению с растворами инулина их поверхностное натяжение ниже, а динамическая вязкость выше.

4. На основе рецептур маргарина с содержанием жира 60 и 80% разработан рецепт маргарина с пониженным содержанием жира с использованием гелей инулина в качестве имитатора жира. Это привело к снижению жирности 60 и 80% маргаринов до 45 и 60%-ных соответственно.

5. Установлено, что при использовании геля, полученного на основе раствора инулина, в качестве имитатора жира в зависимости от жирности маргарина содержание воды в нём увеличивается до 27,55-45,05%, а содержание сухих веществ – до 5,4-6,4%. При использовании геля, полученного на основе экстракта инулина, в качестве имитатора жира содержание воды в маргарине увеличивается до 23,54-40,88%, а содержание сухих веществ – до 12,6-15,4%.

6. Изучены стабильность маргариновой эмульсии и твердость маргарина в зависимости от количества имитаторов жира. Установлено, что оптимальное их количество составляет 30–37% для продукта на основе рецептуры 80%-ного маргарина и 25-30% для 60%-ного маргарина. Установлено, что с увеличением количества добавляемого в маргарин геля инулина улучшаются органолептические свойства маргарина.

7. Установлено, что срок хранения маргарина увеличивается, при использовании в качестве имитатора жира инулиновые гели. Проанализированы микробиологические и токсикологические параметры маргаринов с использованием гелей инулина в качестве имитаторов жира, и получены положительные результаты.

8. Определено, что ожидаемая экономическая эффективность за счет снижения расхода жира при производстве 1000 т маргарина с использованием в качестве имитатора жира гелей инулина составит 1,549 млрд сумов для продукта на основе рецептуры 60%-ного маргарина и 2,199 млрд сумов для рецептуры 80%-ного маргарина.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES DSc.03/30.12.2019.T.04.01. UNDER
TASHKENT INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY**

TASHKENT INSTITUTE OF CHEMICAL TECHNOLOGY

SALIJONOVA SHAKHNOZAKHON DILMURODOVNA

**DEVELOPMENT OF A SCIENTIFICALLY BASED
TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF MARGARINE
PRODUCTS USING INULIN HYDROGELS**

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

ABSTRACT
of the dissertation of Doctor of Technical Sciences (Doctor of Science)

The theme of the doctoral dissertation (Doctor of Science) was registered by the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan under number B2025.2.DSc/T782.

The dissertation has been carried out at the Tashkent Institute of Chemical Technology.

The abstract of the dissertation was posted in three languages (uzbek, russian, english(resume)) on the website of the Scientific Council (www.tkti.uz) and on the information and educational portal "Ziyonet" (www.ziyonet.uz).

Scientific consultant:

Abdurakhimov Akhror Anvarovich
doctor of technical science, professor

Official opponents:

Isabaev Ismoil Babadjanovich
doctor of technical science, professor

Akhmedov Azimjon Normuminovich
doctor of technical science, professor

Yulchiev Aslbek Bakhtiyorbekovich
doctor of technical science, docent

Leading organization:

Fergana State Technical University

The dissertation defense will take place on « ____ » _____ 2025 at _____ during the meeting of the Scientific Council DSc.03/30.12.2019.T.04.01 under Tashkent Institute of Chemical Technology. (Address: 100011, 32, A.Navoi street, Shaykhontokhur district, Tashkent city. Tel.: (99871)244-79-20, Fax: (99871)244-79-17, email: info@tkti.uz).

The dissertation is available for review at the Information Resource Center of the Tashkent Institute of Chemical Technology (registered under number ____). (Address: 100011, 32, A.Navoi street, Shaykhontokhur district, Tashkent city. Tel.: (99871)244-79-20).

The dissertation abstract was distributed on « ____ » _____ 2025.
(Mailing report № ____ on « ____ » _____ 2025).

S.M.Turobjonov
Chairman of the Scientific Council
on awarding scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician

Kh.I.Kodirov
Scientific Secretary of the Scientific Council for
awarding the scientific degrees
Doctor of Technical Sciences, Professor

K.P.Serkaev
Chairman of the scientific seminar under
Scientific Council for awarding the scientific degrees.
Doctor of Technical Sciences, Docent

INTRODUCTION (Abstract of the dissertation of the doctor of science (DSc))

The aim of the research work is to obtain an inulin extract from locally grown Jerusalem artichoke tubers and use it as a fat mimetic in the development of a reduced-fat margarine formulation, as well as in improving its production technology.

The objects of the research work are the local Jerusalem artichoke tuber, inulin, interesterified fat, an emulsifier, and other additives.

The scientific novelty of the research work:

it has been proven that when obtaining high-quality inulin extract from Jerusalem artichoke tubers, the use of ultrasonic waves reduces the process duration by up to 1.5 times compared to the traditional method;

the rheological properties of hydrogels obtained from inulin solutions and extracts have been determined, and it has been substantiated that their use in margarine formulations as fat mimetics reduces fat consumption by 12–20%;

the patterns of the influence of inulin hydrogels on the physicochemical and organoleptic properties of margarine have been identified, and it has been justified that, when used as fat mimetics, cooling the margarine emulsions at a temperature 3–4°C lower than in the traditional method is more effective;

it has been proven that the shelf life of margarine containing a fat mimetic based on inulin extract increases by 1.3–1.5 times, and its safety has been substantiated according to microbiological and toxicological indicators;

the technology for producing reduced-fat margarine using inulin extract obtained from Jerusalem artichoke tubers as a fat mimetic has been improved.

Implementation of research results. Based on the scientific results obtained on producing inulin extract from local Jerusalem artichoke tubers and its application as a fat mimetic for developing a reduced-fat margarine formulation and improving its production technology:

the technology for producing light-colored inulin extract from Jerusalem artichoke tubers using an intensive method was implemented at the “Best Tastes Technology” LLC enterprise (certificate No. KS/3-4 dated January 3, 2025, issued by the Association of Fat-and-Oil Industry Enterprises of the Republic of Uzbekistan). As a result, the organoleptic properties were improved, enabling the production of high-quality inulin extract;

the technology for producing inulin extract from local Jerusalem artichoke tubers was implemented at the “Best Tastes Technology” LLC enterprise (certificate No. KS/3-4 dated January 3, 2025, issued by the Association of Fat-and-Oil Industry Enterprises of the Republic of Uzbekistan). As a result, it became possible to obtain an extract with a higher inulin content compared to the traditional method;

the technology for producing a new type of reduced-fat margarine using fat mimetics was included in the “List of Developments to Be Implemented in 2024–2026” of the Association of Fat-and-Oil Industry Enterprises of the Republic of Uzbekistan (certificate No. KS/3-4 dated January 3, 2025, issued by the Association of Fat-and-Oil Industry Enterprises of the Republic of Uzbekistan). As a result, it became possible to reduce the fat base content in margarine from 80 and 60% to 60 and 45%, respectively.

The structure and volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, five chapters, conclusions, a list of references, and appendices. The total volume of the dissertation is 198 pages of typed text.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Salijonova Sh.D., Ruzibayev A.T., Abdurahimov A.A., Gaipova Sh.S., Hakimova Z.A., Xodjajev S.F., Salijanov G.K., Fayzullayev A.Z. Topinambur tunganagi ekstrakti qo‘shilgan parhezbor margarin // Patent // № IAP 07408. – Toshkent, O‘zbekiston Respublikasi Ixtirolar davlat reyestrda 17.05.2023-yilda ro‘yxatdan o‘tkazilgan, 2023. – 1 b.

2. Salijonova Sh.D., Ruzibayev A.T., Raximov D.P. Diabetik margarin retsepti va texnologiyasi // Monografiya. – Toshkent.: “Poytaxt exclusive”, 2022. – 116 b.

3. Salijonova Sh.D., Ruzibayev A.T., Gaipova Sh.S., Hakimova Z.A., Abdurahimov A.A., Akbarov M.M. Mahalliy xomashyolar asosida funksional qo‘shimchalar bilan boyitilgan yog‘li emulsiya mahsulotlari // Monografiya. – Toshkent.: “Poytaxt exclusive”, 2022. – 115 b.

4. Салижонова Ш.Д., Рузибаев А.Т., Хакимова З.А., Гаипова Ш.С., Ходжаев С.Ф. Исследование изменения основных качественных показателей низко калорийного маргарина при различных средах сока клубней топинамбура // Universum: Технические науки. 2021. – № 8(89). – Т1. – С. 99-102. (02.00.00. №1).

5. Салижонова Ш.Д., Рузибаев А.Т., Хакимова З.А., Гаипова Ш.С., Ходжаев С.Ф. Исследование изменения срока хранения низко калорийного маргарина при замене сахара на сок клубней топинамбура // Universum: Технические науки. 2021. – № 8(89). – Т1. – С. 103-106. (02.00.00. №1).

6. Салижонова Ш.Д., Рузибаев А.Т., Бурхонова М.М., Хакимова З.А., Гаипова Ш.С. Изучение возможности использования водного экстракта топинамбура при производстве маргарина // Universum: Технические науки. 2021. – № 9(90). – Т1. – С. 86-89. (02.00.00. №1).

7. Salijonova Sh., Ruzibayev A., Akbarov M., Rakhimova G., Khakimova Z. Comparison of the Physicochemical Characteristics of commercial margarines in Uzbekistan and formulate trans-free margarine recipe based on local raw materials // International Journal of Early Childhood Special Education (INT-JECSE). – 2022. – Vol. 14. – Issue 5. – pp. 7119-7125. (SJIF (23)–IF – 6,425).

8. Salijonova Sh., Ruzibayev A. Researching of the shelf life and quality of margarine enriched in inulin // Chemistry and Chemical Technology. – 2022. – Vol. 2022. – Issue 1. – pp. 67-70. (02.00.00. №3).

9. Salijonova Sh., Usmanova F., Ruzibayev A., Gaipova Sh., Khodjaev S. Low-calorie margarine enriched with essential fatty acids and water-soluble Jerusalem artichoke extract // Central Asian Food engineering and technology. – 2024. – Vol. 2. – Issue 6. – pp. 277-284. (02.00.00. ОАК Раёсатининг 2023 йил 28 февралдаги 333/5-сон қарори).

10. Salijonova Sh., Usmanova F., Ruzibayev A., Ilhamdjanov P., Gaipova Sh. A new approach to reducing the fat content in oil products – options for using fat mimetic in margarine // Central Asian Food engineering and technology. – 2024. – Vol.

2. – Issue 6. – pp. 285-291. (02.00.00. ОАК Раёсатининг 2023 йил 28 февралдаги 333/5-сон қарори).

11. Салижонова Ш.Д., Абдурахимов А.А., Рузибаев А.Т., Ходжаев С.Ф., Усманова Ф.К. Исследование экстрактов клубней топинамбура, полученных традиционным методом и ультразвуковой обработкой // *Universum: Химия и биология*. 2025. – № 2(128). – Т2. – С. 4-8. (02.00.00. №2).

12. Салижонова Ш.Д., Абдурахимов А.А., Рузибаев А.Т., Ходжаев С.Ф., Усманова Ф.К., Гаипова Ш.С. Исследование влияния методов экстракции на физико-химические свойства водного экстракта инулина из топинамбура // *Universum: Химия и биология*. 2025. – № 2(128). – Т2. – С. 9-13. (02.00.00. №2).

II бўлим (II часть; II part)

13. Salijonova Sh., Ruzibayev A. Influence of the water extract concentration of Jerusalem artichoke on the stability and solidity of margarine // *Proceedings of the international symposium “Innovations in the agricultural industry of Uzbekistan and integration of trends in the processing of agricultural raw materials in the countries of central Asia and Kazakhstan”*. – Tashkent, 2021. – pp.110-115.

14. Salijonova Sh.D., Ruzibayev A.T., Esonov Sh., Ergasheva Z., Maxamadaliyeva Sh. Topinambur tunganaging sharbati bilan boyitilgan margarinning mikrobiologik ko‘rsatkichlarining tadqiqoti // “Oziq-ovqat va ozuqa mahsulotlari ishlab chiqarishda noan’anaviy yo‘nalishlar” Respublika ilmiy-texnikaviy anjuman ilmiy ishlar to‘plami. – Toshkent, 2021. – B. 69-70.

15. Салижонова Ш.Д., Рузибаев А.Т., Хакимова З.А., Гаипова Ш.С., Ходжаев С.Ф. Влияние концентрации водного экстракта топинамбура на стабильность маргарина // *Сборник тезисов Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в обеспечении качества и безопасности химических и пищевых продуктов»* – Ташкент, 2021. – С.125-126.

16. Салижонова Ш.Д., Рузибаев А.Т., Хакимова З.А., Гаипова Ш.С., Файзуллаев А.З. Влияние концентрации водного экстракта топинамбура на твердость маргарина // *Сборник тезисов Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии в обеспечении качества и безопасности химических и пищевых продуктов»* – Ташкент, 2021. – С. 127-128.

17. Salijonova Sh., Khakimova Z., Gaipova Sh. Oil emulsion products enriched with functional additives based on local raw materials // *Indo-Uzbek meet & International Conference on Trends & Innovations in Food Technology from Farm to Fork. Abstract Book*. – Lucknow, 2022. – pp. 15.

18. Салижонова Ш.Д., Гаипова Ш.С., Хакимова З.А. Заменители жиров – новый взгляд на маргариновые продукты // *Сборник научных трудов международного форума “WOMEN IN STEM”*. – Ташкент, 2023. – С. 191-193.

19. Салижонова Ш.Д., Рузибаев А.Т., Ходжаев С.Ф., Усманова Ф.К. Топинамбур туганагидан олинган инулинининг физик-кимёвий хусусиятларига ултратовушнинг таъсири // “Ёшлар ва бизнесни қўллаб-қувватлаш йили”га бағишланган “Умидли кимёгарлар-2024” ёш олимлар, магистрантлар ва

бакалавриат талабаларининг XXXIII Республика илмий-техник анжумани мақолалар тўплами. – Тошкент, 2024. – Б. 250-251.

20. Салижонова Ш.Д., Рузибаев А.Т., Эргашова З.А. Микробиологические исследования маргаринов и спредов // Сборник трудов XXXIII Республиканская научно-технической конференции молодых ученых, магистрантов и студентов бакалавриата «Перспективные химики-2024» посвященная году «Поддержки молодежи и бизнеса». – Ташкент, 2024. – С. 254-255.

21. Salijonova Sh., Abdurakhimov A., Shertaev Z., Khodjaev S. Studies of various margarines for industrial use // Proceedings of the XXXIII Republican scientific and technical conference of young scientists, master's and bachelor's degree students "Promising chemists-2024" dedicated to the year of "Support for Youth and Business". – Tashkent, 2024. – pp. 303-305.

22. Salijonova Sh., Ruzibayev A., Gaipova Sh. Improving the technology of enriching oil emulsion products with biologically active substances // Proceedings book of the "Tashkent International Congress on Modern Sciences-III". – Tashkent, 2024. – pp.746-747.

23. Salijonova Sh., Ruzibayev A., Gaipova Sh., Usmanova F., Ergashova Z., Ilkhamjanov P., Khodjaev S. Fat replacers in food system: a focus on ingredients, fabrication methods, and applications in food products // The collection of papers of the International scientific-technical conference "Issues of Development of the Food Industry in Central Asia". – Tashkent, 2024. – pp. 61-63.

24. Салижонова Ш.Д., Рузибаев А.Т., Гаипова Ш.С., Муяссаров З., Эргашева З. Маҳаллий топинамбур туганагидан кукун олишнинг тадқиқоти // “Марказий Осиёда озик-овқат саноатини ривожлантириш масалалари” мавзусидаги халқаро илмий-техник конференцияси мақолалар тўплами. – Тошкент, 2024. – Б. 104-105.

25. Салижонова Ш.Д., Ходжаев С.Ф., Мавлонов У., Салиханова Д.С. Анализ маргаринов и сливочных масел с применением ИК спектроскопии и метода главных компонентов (РСА) // Сборник тезисов Международной научно-технической конференции «Вопросы развития пищевой промышленности в Центральной Азии». – Ташкент, 2024. – С. 166-168.

26. Салижонова Ш.Д., Ходжаев С.Ф., Мавлонов У., Салиханова Д.С. Анализ маргаринов и сливочных масел с применением ¹H ЯМР спектроскопии и метода главных компонентов (РСА) // Сборник тезисов Международной научно-технической конференции «Вопросы развития пищевой промышленности в Центральной Азии». – Ташкент, 2024. – С. 169-171.

27. Салижонова Ш.Д., Абдурахимов А.А., Рузибаев А.Т., Ходжаев С.Ф. Изучение физико-химических свойств клубней топинамбура, высушенных при различных температурах // Сборник тезисов XXIII Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы общества, науки и образования». – Пенза, 2025. – С. 74-76.

28. Салижонова Ш.Д., Абдурахимов А.А., Рузибаев А.Т., Ходжаев С.Ф. Оптимизация условий сушки клубней топинамбура (*Helianthus tuberosus*) для эффективного извлечения инулина // Сборник тезисов XXIII Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы общества, науки и образования». – Пенза, 2025. – С. 77-79.

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

Босмахона лицензияси:



9338

Бичими: 84x60 $\frac{1}{16}$. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 3,5. Адади 100 дона. Буюртма № 36/25.

Гувоҳнома № 851684.
«Тірографф» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.