

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

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ШАРИПОВ ПОЛВОН РУЗМАТОВИЧ

**АМАРАНТ ЎСИМЛИГИ ОҚСИЛЛАРИ АСОСИДА БИОЛОГИК ФАОЛ
ПЕПТИДЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

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

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

Тошкент-2024

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

Шарипов Полвон Рузматович

Амарант ўсимлиги оқсиллари асосида биологик фаол
пептидлар олиш технологиясини яратиш 3

Шарипов Полвон Рузматович

Создание технологии получения биологических активных
пептидов на основе амарантового белка 21

Sharipov Polvon Ruzmatovich

Creation of a technology for the production of biologically active
peptides based on amaranth protein 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works 42

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

ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

ШАРИПОВ ПОЛВОН РУЗМАТОВИЧ

**АМАРАНТ ЎСИМЛИГИ ОҚСИЛЛАРИ АСОСИДА БИОЛОГИК ФАОЛ
ПЕПТИДЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ЯРАТИШ**

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

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

Тошкент-2024

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавтуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.4.PhD/Т2469 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Урганч давлат университети ва Тошкент кимё-технология институтида бажарилган.

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

Илмий ра
хбар:

Хасанов Хасан Турсунович
биология фанлари номзоди, доцент

Расмий о
ппонентлар:

Серкаев Қамар Пардаевич
техника фанлари доктори, доцент

Каршиев Толиб Овлаевич
биология фанлари номзоди, доцент

Етакчи та
ашилот:

Тошкент давлат техника университети

Диссертация химояси Тошкент кимё-технология институти ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.Т.04.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2024 йил «30» 10 соат 9:00 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100011, Тошкент шаҳар, Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўчаси, 32. Тел.: (99871) 244-79-20, факс: (99871) 244-79-17; e-mail: tcti_info@edu.uz.) Тошкент кимё-технология институти Маъмурий биноси, 2-кават, анжуманлар зали

Диссертация билан Тошкент кимё-технология институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш муҳимини 488 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100011, Тошкент шаҳар, Шайхонтоҳур тумани, А.Навоий кўч., 32. Тел.: (99871) 244-79-20.

Диссертация автореферати 2024 йил «7» 10 кун тарқатилди. (2024 йил «7» 10 даги №488 рақамли реестр баённомаси).



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

Х.Н. Қодиров
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 (Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда оғир респираторик касалликларга қарши дори воситаси сифатида турли хил антимикроб хусусиятли пептидлардан фойдаланиш кенг амалга оширилмоқда ва кенг кўламли тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Шу билан бирга юқори самарали технологиялар орқали оқсилга бой маҳсулотларни ферментатив қайта ишлаб, биологик актив моддалар олиш, амарант ўсимлигини етиштириш, ундан, биологик фаол моддаларга бой бўлган ҳар хил турдаги маҳсулотлар олишнинг технологик жараёнларини такомиллаштириш долзарб масалалардан бири ҳисобланади.

Жаҳонда ишлаб чиқарилаётган антимикроб хусусиятли пептидлар озиқ-овқат, фармацевтика, медицина ва бошқа саноат тармоқларида қўллашни ривожлантиришга йўналтирилган чуқур тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу борада амарант уруғини етиштириш захирасини баҳолаш, протеолитик ферментлар иштирокида антимикроб хусусиятли пептидларни олиш, уларнинг физик-кимёвий хусусиятларини аниқлаш, уруғ янчилмасидан пептидларни максимал даражада олиш, ишлаб чиқаришни чиқиндисиз, самарали технологияларини жадаллаштириш ва синовдан ўтказишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда таркибига юқори самарали технологияларни жорий қилиш орқали маҳаллий хом ашё ресурсларидан сифатли маҳсулотлар ишлаб чиқариш ўсимлик экстрактлари, витаминлар, эссенциал қўшимчалар қўшилган, функционал хусусияти яхшиланган маҳсулотлар олиш технологияларини яратиш бўйича муайян илмий натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида «Юқори технологик тармоқларни жадал ривожлантириш, аввало, маҳаллий хом ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида қўшимча қийматли тайёр маҳсулотлар ишлаб чиқаришни йўлга қуйиш бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, амарант ўсимлигини етиштириш, оқсилга бой маҳсулотларни ферментатив қайта ишлаб, маҳсус функционал хусусиятларга эга янги турдаги маҳсулотлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 сонли «Янги Ўзбекистоннинг 2022-2026 йилларга мўлжалланган ривожланиш стратегияси тўғрисида»ги, 2020 йилнинг 9 сентябридаги ПҚ-4821 сонли «Республика озиқ-овқат саноатини жадал ривожлантириш ва аҳолини сифатли озиқ-овқат маҳсулотлари билан тўлақонли таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2024 йил 16 февралдаги ПФ-36 сонли «Республикада озиқ-овқат хавфсизлигини таъминлашнинг қўшимча чора-тадбирлари тўғрисида»ги фармон ва қарорлари, шунингдек ушбу соҳада қабул қилинган бошқа меърий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни бажаришга муайян даражада хизмат қилади.

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

Тадқиқотнинг Республика фан ва технологияларни ривожлантириш устувор йўналишларига мувофиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг V. «Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф-муҳит муҳофазаси» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммони ўрганганлик даражаси. Амарант ва мойли экинларни қайта ишлаш, уларнинг кимёвий ва физик-кимёвий кўрсаткичларини аниқлаш, ишлаб чиқариш технологияларини яратиш бўйича Silva-Sánchez C., Alehis Ayala-Nino, Teresa Rosales-García, Rozana Aparesida, А.И. Глушенкова, С. Латиф, Soto C.G., Rosenthal A., Lamsal B., Hanmoungjai P., Moreau R., Dominguez H., К. Сосулски, А.Г. Сергеев, М.З. Подольский, В.Г. Щербачков, В.П. Ржехин, Ш.Х. Олимжонов, М.М. Рахимова, Қ.С. Сафаров, Х. Алланов, О. Сотторов, М. Нормурадова, Ш.А. Турсунова ва бошқалар томонидан илмий изланиш олиб борилган.

Улар томонидан амарант ўсимлиги физик-кимёвий ва хавфсизлик кўрсаткичлари аниқланган, амарантни қайта ишлаб мой, оқсил, пептид, углевод гидролизатлар олиш технологиялари асосланган, оқсил гидролизат таркибли, антитромбик, антимикроб, препаратлар олинган.

Шу билан бирга юқори самарали технологиялар асосида амарант уруғини ферментлар иштирокида қайта ишлаш, амарант уруғини комплекс қайта ишлаб, патока, амарант мойи олиш технологиясини ишлаб чиқиш, маҳсулотнинг пробиотик ва антимикроб хусусиятларини стимуллаштириш учун қўшимча равишда антиоксидантлар ва специфик қўшимчали рецептларини яратиш борасида илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Урганч давлат университети илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ «Самандар патока» фермер хўжалиги, «Standart sweet» МЧЖ билан ҳамкорлик шартномаси асосида «Хоразм шароитида амарант етиштириш», «Амарант ўсимлигини қайта ишлаб оқсил, пептид гидролизатлар олиш технологияси яратиш» мавзусидаги амалий-ёрдам лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади амарант ўсимлиги оқсиллари асосида биологик фаол пептидлар олиш технологиясини яратишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

Хоразм вилоятида етиштирилган амарантнинг «Харьков» навини механик, физик-кимёвий ва хавфсизлик кўрсаткичларини тадқиқ қилиш;

амарант уруғи оқсилларини ажратиш ва ферментатив гидролизланиш кинетикасини аниқлаш;

амарант уруғини протеазалар ёрдамида ферментатив гидролизлашнинг оптимал шароитларини аниқлаш;

олинган пептидларнинг антимикроб, антиоксидант хоссаларини аниқлаш;

амарант уруғидан антимикроб, антиоксидант пептид олиш, қайта ишлашда ҳосил бўладиган иккиламчи материални ферментатив гидролизлаб, қандли моддалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш;

йилига 300 *t* амарант уруғини қайта ишлаш корхонасининг иқтисодий

самарадорлигини ҳисоблаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Хоразм вилояти фермер хўжаликларида етиштирилган амарант «Харьков» нави, нейтрал протеиназа (Neutralse 0,8L, «Novozymes», Дания), α -амилаза (Термолаза 800L, ООО «Enzymbioproduct», Россия), амарант пептиди, амарант патокаси, амарант мой маҳсулотлари олинган.

Тадқиқотнинг предмети амарант уруғи оксилларидан олинган пептидларнинг антиоксидантлик ва антимикроб фаоллиги ва барқарорлиги, хавфсизлиги, крахмал патока ҳамда амарант уруғидан мой олиш жараёнида қўлланилган протеолитик, амилаolitik ферментларнинг фаоллиги ва барқарорлигидан иборат.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда хом ашё ва тайёр маҳсулотлар таркибидаги умумий оксил миқдори Кельдель усулида, ферментлар фаоллигини ўлчашда фотоэлектроколорометрик, крахмал патока курук моддалар миқдори таҳлилларида рефрактометрик, захарли металлар таҳлилида полярографик, амарант мойи ёғ кислоталар ва сквален миқдори газли хроматография, граваметрик, биологик фаол пептидларни антимикроблик хусусияти - микробиологик “Луночно-диззуфион” усулида аниқланган, маҳсулотнинг хавфсизлик кўрсаткичлари СанПиН № 0366-19 талабларига мослиги текширилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

Хоразм шароитида амарант етиштириб, етиштирилган амарант механик, уруғининг физик-кимёвий, хавфсизлик кўрсаткичлари аниқланган;

амарант уруғидан сувда, тузли, спиртли эритмада эрувчи оксиллар ажратиб, оксилларнинг ферментатив кинетикаси Neutralse 0,8L ферменти глобулин оксиги нисбатан энг юқори спецификликни намоён қилиши исботланган;

амарант уруғини протеаза (Neutralse 0,8L) ферменти билан гидролизлашда рН 6-7, ҳарорат 45-55 °С мақбуллиги асосланган;

амарант уруғи оксилларидан олинган молекуляр оғирлиги 7-16 кДа бўлган пептидлар (+)-катехинни оксидлаши бўйича юқори антиоксидантлик фаоллиги, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* бактерияларга нисбатан антимикроб хоссаси исботланган;

олинган пептидлар СанҚМ 0366-19 “Озиқ-овқат маҳсулоти хавфсизлиги гигиеник нормативлари” хужжати 9.1-банди захарли элементлар миқдори бўйича мослиги аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

амарант уруғи янчилмасига ферментатив ишлов беришни комплекс усули асосида оксиллар, углеводлар ва ёғлардан керакли маҳсулотлар олиш технологияси ишлаб чиқилган;

амарант уруғи оксиллари асосида протеолитик ферментларни қўллаб антиоксидант хоссали пептидлар олишни мақбул шароитлари аниқланган;

олинган пептидлар антиоксидантлик билан биргаликда антимикроб хоссага эга эканлиги ва *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* бактерияларга қарши қўллаш мумкинлиги исботланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги Натижаларни таҳлил қилишда замонавий физик-кимёвий ва биокимёвий таҳлил усуллари қўлланилганлиги, экспериментал маълумотларга статистик ишлов бериш Стюдент мезони ёрдамида ўртача натижанинг ишонч оралиғи чегара қийматларини ҳисоблаш ёрдамида амалга оширилганлиги билан тасдиқланган ва «Mehnat pivo» МЧЖ ҳамда «Standart sweet» МЧЖ корхоналарида тадқиқот натижаларини жорий этиш орқали исботланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти, амарант уруғини ферментлар иштирокида комплекс қайта ишлаш, пробиотик ва антимикроб хусусиятларини стимуллаштириш учун қўшимча равишда антиоксидантлар ва специфик қўшимчали рецептларини яратиш, оксилларининг ферментатив кинетикаси Neutrase 0,8L ферменти глобулин оксидидан юқори спецификликни намоён қилувчи амарант уруғидан оксиллар ажратилиш илмий асоси яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти, амарант ўсимлигини этиштириш, уруғ янчилмасига протеолитик ва аμιлолитик ферментлардан фойдаланилган ҳолда ишлов бериб, антиоксидант, антимикроб препаратлар, патока, қандли моддалар, амарант мойи олиш технологиясини жадаллаштиришга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши: Амарант уруғини ферментатив қайта ишлаш технологияси бўйича олинган илмий натижалар асосида:

амарант уруғидан оксил гидролизатлари ва патока маҳсулоти олиш технологияси «Standart sweet» МЧЖда ишлаб чиқаришга жорий қилинган («Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигини вазирлиги»нинг 2024 йил 12 августдаги 05/06-02-654-сон малумотномаси). Натижада *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* микроорғанизмларига қарши антимикроб фаоллиги юқори оксил гидролизатлари ва сифати ГОСТ 33917-2013 талабларига мос патока маҳсулоти ишлаб чиқариш имконини берган;

амарант уруғидан олинган оксил гидролизатлари ва патока маҳсулоти қўшиб пиво олиш технологияси «Mehnat pivo» МЧЖда ишлаб чиқаришга жорий қилинган («Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигини вазирлиги»нинг 2024 йил 12 августдаги 05/06-02-654-сон малумотномаси). Натижада затор қандлаштирилган, сифати ГОСТ 31711-2012 талабларига мос пиво маҳсулот ишлаб чиқариш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 8 та, шу жумладан, 3 та халқаро ва 5 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича 13 та илмий иш Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг асосий илмий натижаларни чоп этиш учун тавсия этилган илмий нашрларида 5 та мақола, 2 та хорижий, 3 таси республика журналларда чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши кириш, 4 та боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловаларни ўз ичига олган. Диссертация таркибига 23 расм 27 жадвал киритилган. Диссертациянинг умумий ҳажми 119 бетдан иборат.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

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

Диссертациянинг «**Адабиёт шарҳи. Амарант уруғини қайта ишлашнинг замонавий усуллари ҳақида маълумот**» деб номланган биринчи бобида амарант ўсимлигини етиштириш, ботаник таснифи, амарант ўсимлигининг шифобахш хусусиятлари, ундан тайёрланадиган маҳсулотлар, амарант уруғини комплекс қайта ишлаб биологик фаол моддалар олишнинг замонавий усуллари бўйича маълумотлар келтирилган. Тадқиқот мақсади ва вазифалари шакллантирилган.

Диссертациянинг «**Лаборатория тажриба жиҳозлари, реактивлар, методикалар. лаборатория ишларининг рўйхати**» деб номланган иккинчи бобида ўрганиш объектлари, намликни аниқлаш усули (ГОСТ 13586.5-2015) оқсил микдорини аниқлаш усули (ГОСТ 10846-91), ёғни микдорини аниқлаш усули (ГОСТ 29033-91), протеолитик фаолликни аниқлаш усули (ГОСТ 20264.2-85), амилolitik фаолликни аниқлаш усули (ГОСТ 20264.4-85), мой кислоталар транс изомерларини аниқлаш усули (ГОСТ 31754-2012), нордонликни аниқлаш усули (ГОСТ 12788-87) келтирилган.

Диссертациянинг «**Тажриба қисми. Амарант уруғи оқсиллари асосида биологик фаол пептидлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш**» деб номланган учинчи бобида Ўзбекистон республикаси Хоразм вилояти, Хонқа туманида етиштирилган амарант ўсимлигининг механик ва физик-кимёвий таснифи, амарант уруғи оқсилларнидан олинган пептидларни антиоксидантлик ва антимикроблик хоссаларига қўлланилаётган ферментларни таъсири, амилolitik ферментлар ёрдамида амарант уруғи крахмалидан қандли моддалар олишда қайта ишлаш кетма-кетлигини таъсири, пиво тайёрлаш технологиясида амарант уни ва амарант патокасининг қўллаш тадқиқ этилди.

Амарант ўсимлигининг кимёвий таркиби, етиштириш агротехникаси, фойдали, шифобахш хусусиятларини ўрганиб чиқиб, Хоразм вилояти, Хонқа туманида 5 га ер майдонида амарантнинг “Харьков” нави етиштирилди. Етиштирилган амарант ўсимлигининг бўйи ўртача 2,5 метрни ташкил қилган. Хоразм вилояти, Хонқа туманида етиштирилган амарант ўсимлиги 1-расмда келтирилган. Амарант ўсимлигини етиштиришда ўртача 1 га майдондан 700-750 ц кўк масса ва 4,6-5,4 т амарант уруғи олинди.



1-расм. Амарант “Харьков”, “Золотой гигант” навлари

Амарант уруғини механик таҳлил қилиш. Амарантни ўсимлигини механик таҳлил қилиш хом ашёни дастлабки таҳлилларидан бўлиб, далада етиштирилган амарант ўсимлигидан қанча миқдорда уруғ, кўк масса ҳосилини олиш тўғрисидаги дастлабки хулосалар қилиш учун ёрдам беради. Ушбу хулосалар ёрдамида кўшимча таҳлиллар (кьелдаль, рефрактометрик, граваметрик ва б.) биологик фаол пептидлар, патока, амарант мойи, чиқимини назарий аниқлаш имконини беради. Амарант ўсимлиги механик таҳлили натижалари 1-жадвалда келтирилади.

1-жадвал

Амарант ўсимлиги механик кўрсаткичлари тавсифи, (гр)

№	Битта амарант ўсимлигининг ўртача умумий оғирлиги	Бош қисми яшил массаси	Барги	Уруғи	Пояси	Илдизи
1	2840	497	695,5	170	1454	193,5

Ушбу жадвалда келтирилган амарант ўсимлигининг механик таҳлилларда амарант умумий массасига нисбатан бош қисми яшил массаси ўртача 17,5 %, барги 24,4 %, уруғи 6 %, пояси 51,2 %, илдизи 6,8 % ни ташкил қилган.

Амарант ўсимлиги механик қисмларининг намлиги ГОСТ 13586.5-2015 бўйича ва умумий оксилларининг массавий улуши ГОСТ 10846-91 меъёрий ҳужжатлари асосида Хоразм синов ва сертификатлаштириш маркази давлат корхонасининг аккредитацияланган физик-кимё лабораторияси (ҳозирда UzTEST)да таҳлил қилинган. Аниқланган натижалар 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Амарант ўсимлиги механик қисмларининг намлик ва оксил миқдори таҳлили, (%)

№	Таркибий қисмлари	Намлиги	Оксил миқдори
1	Уруғи	12	11
2	Янги узилган амарант барги	63,95	7
3	Пояси	61,98	0,3
4	Илдизи	61,5	0,6

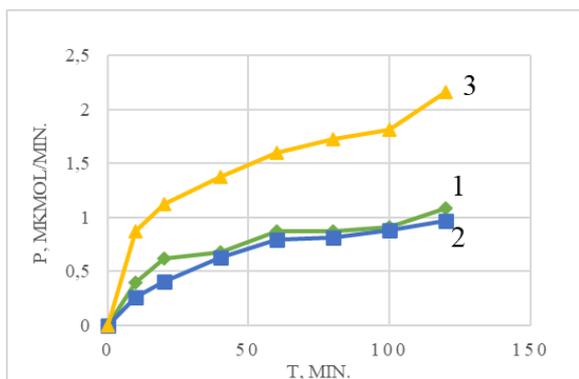
Хом ашё таркибидаги токсик элементлар миқдори 3-жадвалда келтирилади.

3-жадвал

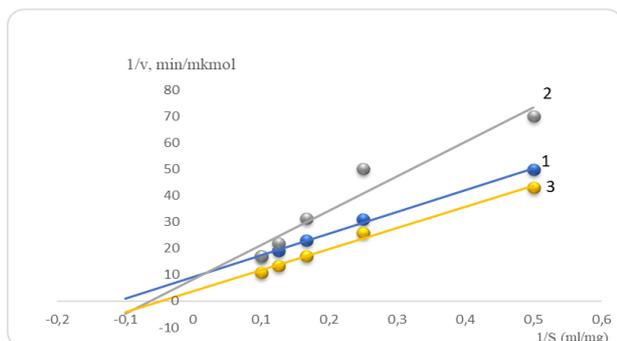
Амарант уруғи заҳарли элементлар таҳлили, (mg/kg)

№	Аниқланган заҳарли элементлар миқдори		СанҚ ва М 0366-19, 4.1-банд	СанҚ ва М 0366-19, 4.1-банд
1	Мис (Cu)	0,2	Меъёрланмаган	мос
2	Кўрғошин (Pb)	0,12	0,3	мос

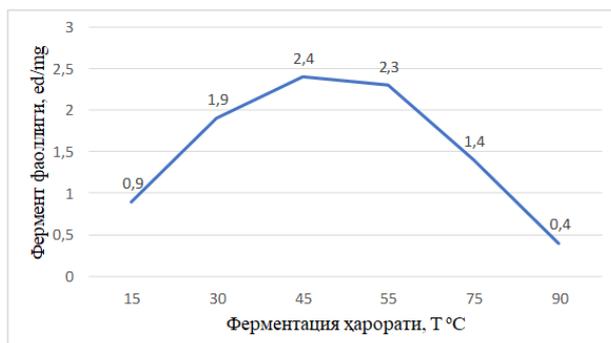
3	Кадмий (Cd)	0,00	0,1	мос
4	Рух (Zn)	0,00	Меъёрланмаган	мос



2-расм. Амарант уруғидан олинган альбумин, глобулин, глутелинларининг нейтрал протеазалар ёрдамида ферментли гидролизланиши. 1- альбумин, 2-глобулин, 3-глутелин



3-расм. Оксилларни нейтрал протеиназа билан гидролизланиш тезлигига субстрат концентрациясини таъсири. 1-альбумин, 2-глобулин, 3-глутелин.



4-расм. Фермент фаоллигининг жараён хароратига боғлиқлигини ўрганиш

Нейтраза ферментини альбумин ва глутелинга нисбатан Михаэлис константаси 14,3 мг/мл ташкил этган бўлса, глобулинга нисбатан 10,0 мг/мл ни ташкил этган. Михаэлис константа диаграммаси 3-расмда келтирилган. Амарант уруғидан ажратилган глобулин нейтрал протеиназа билан гидролизланиш тезлиги бошқа оксилларга нисбатан 2-3 марта юқори бўлиши

Етиштирилган амарант уруғи заҳарли элементларга таҳлил қилинганда, СанҚ ва М 0366-19 “Ўзбекистон Республикаси Санитария Қоидалари, Меъёрлари ва гигиеник нормативлари” ҳужжати 4.1-банди заҳарли элементлар миқдори бўйича мослиги аниқланди.

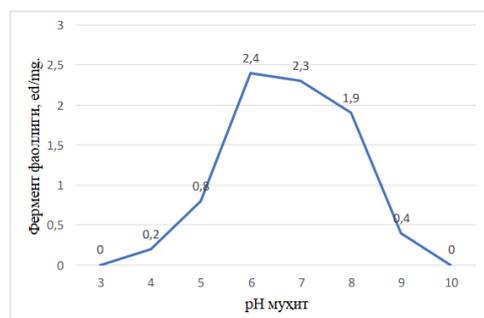
Амарант уруғини ферментли қайта ишлашдаги фермент препаратларининг таснифи

Амарант уруғидан ажратилган оксиллар протеолитик ферментлар билан ҳар хил тезликда гидролизланади. Гидролизланиш тезлиги ишлатилаётган протеолитик ферментни спецификлигига боғлиқ. Оксилларни гидролизлашда *Bacillus amyloisuyefaciens* бактериясидан олинган нейтрал протеаза “Нейтпраза” (Novozams, Denmark) фойдаланилди. Олинган натижалар 2-расмда келтирилган.

Келтирилган маълумотларда амарант уруғидан ажратилган глутелин, нейтрал протеиназа билан гидролизланиш тезлиги бошқа оксилларга нисбатан 2-3 марта юқорилиги кузатилган. Масалан, 120 мин давомида глутелинни гидролизи натижасида ҳосил бўладиган аминокислоталарни миқдори 2,16 мкмоль/мл бўлса, альбуминни гидролизланиши натижасида 1,08 мкмоль/мл, глобулинни гидролизланишида эса 0,97 мкмоль/мл ни ташкил этган.

кузатилган. Амарант уруғининг ферментатив фаоллигини жараён ҳароратига боғлиқлигини ўрганиш тажриба натижаси 4-расмда келтирилади.

Амарант уруғини протеаза (Neytrase 0,8L) ферменти билан қайта ишлашда оптимал ҳарорат 45-55 °С эканлиги маълум бўлди.



5-расм. Амарант уруғини ферментация жараёнида рН муҳитнинг фермент фаоллигига таъсири

Амарант уруғини ферментатив қайта ишлашда рН муҳит таъсири 5-расмда келтирилади.

Амарант уруғи протеаза (Neytrase 0,8L) ферменти билан ҳар хил муҳитда фермент фаоллиги ўлчанганда оптимал муҳит рН 6-7 эканлиги аниқланди.

Амарант ўсимлигидан олинган пептидларнинг антиоксидант хусусиятлари.

Амарант уруғида сувда эрийдиган альбуминлар, тузли эритмада эрийдиган глобулинлар, спирта эрийдиган проламинлар ва ишқорий эритмада

эрийдиган глютелин оксиллари аниқланган. Баъзи бир донли уруғларда учрайдиган оксилларни миқдорий таркиби 4-жадвалда келтирилган.

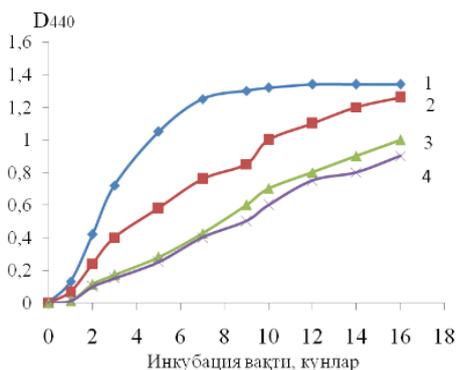
4-жадвал

Донли уруғлар оксилларини таркибий қисмлари (қуруқ моддаларга нисбатан %)

Дон тури	Қуруқ моддаларга нисбатан	Шу жумладан			
		Альбу-минлар	Глобу-линлар	Прола-минлар	Глюте-линлар
Буғдой	12-18	4	8	40	48
Арпа	8-14	28	22	32	18
Маккажўхори	9-14	0,5	20	40	30
Амарант	9-11	19	38	13	21

Жадвалда келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, амарант уруғи ҳам бошоқли донлар каби эрувчанлиги юзасидан барча оксилли моддаларни сақлайди. Амарант уруғи таркибида глобулин ва альбуминнинг миқдори бошқа донли хомашёларга нисбатан кўп бўлиб, 38 ва 19 % ни ташкил этган.

Амарант уруғи оксилларидан олинган пептидлар ҳам бундан мустасано эмас. Тадқиқотларда амарант уруғидан олинган глобулин ва глютелин оксиллари ферментли гидролизидан юқори антиоксидант фаоллигига эга пептидлар олинган. Амарант уруғи оксилларидан олинган пептидларнинг антиоксидантлик хоссаси 6-расмда келтирилган. 6-расмда (1-назорат намунаси, 2-альбуминдан олинган пептидлар, 3-глобулиндан олинган пептидлар, 4-глютелиндан олинган пептидлар) келтирилган маълумотларда темир ионлари иштирокида 45 °С ҳароратда 10 кун давомида назорат эритма (+)-катехинни оксидлаш натижасида эритманинг оптик зичлиги 1,3 бирликни ташкил этган (4-расмдаги, 1-эгри чизик).



6-расм. Амарант уруғи оксилларидан нейтраза ферменти ёрдамида олинган пептидларнинг (+)-катехинни оксидланиш жараёнига таъсири

Пептидлар иштирокида (+)-катехинни оксидланиш тезлиги камайган. Айниқса глобулин ва глютелиндан олинган пептидлар жараёни секинлаштирган ва эритманинг оптик зичлиги атиги 0,5-0,6 бирликни ташкил этиб, амарант уруғи оксиллари асосида антиоксидант хоссали пептидлар олиш мумкинлигини кўрсатган.

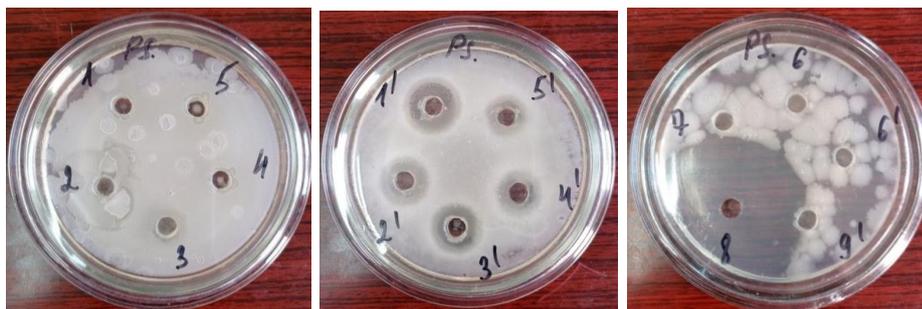
Амарант ўсимлигидан олинган пептидларнинг антимикроб хусусиятлари. Амарант оксили ва қайта ишланган гидролиз маҳсулотларининг антимикроб фаоллиги 5-жадвалда келтирилган.

5-жадвал

Амарант оксили ва қайта ишланган гидролиз маҳсулотларининг антимикроб фаоллиги

Пептидлар олиниш объекти	Тест-культураларнинг ўсишини камайтириш зонаси диаметри, мм				
	<i>E.coli</i>	<i>P.aeruginosa</i>	<i>S.aures</i>	<i>B.subtilis</i>	<i>S.albicans</i>
Майдаланган амарант уруғи	-	18	16	14	-
Амарант уруғини протеолитик, амилолитик қайта ишлашдан олинган амарант куйкуми (дробина)	-	14	-	-	-
Экстракция усулида мойи ажратиб олинган амарант шроти	-	14	-	-	-
Мойи ажратиб олинган амарант уни	-	12	-	-	-
Амарант уруғи альбуминлари	-	12	-	-	-
Амарант уруғи глобулинлари	-	-	-	-	-
Амарант уруғи глютелинлари	-	-	-	-	-
1мг/мл концентрацияли цефозолин антибиотиғи	26	58	26	48	52
Назорат намунаси (Буфер рН 7,0 + нейтраза ферменти)	-	-	-	-	-

Кўпчилик таҳлил қилинган намуналар *Pseudomonas aeruginosa* ўсишини ҳар хил даражада камайтирган бўлса, энг яхши кўрсаткични майдаланган амарант уруғини протеолитик қайта ишлашда ҳосил бўлган пептидлар намоён қилган. Бунда культураларнинг ўсишини камайтириш зона диаметри ўртача $1,8 \pm 0,02$ см. ни ташкил қилди (7-расм).



7-расм. Амарант уруғи протеолитик қайта ишланган маҳсулотларининг *Pseudomonas aeruginosa* ни ўсишини тўхтатиши

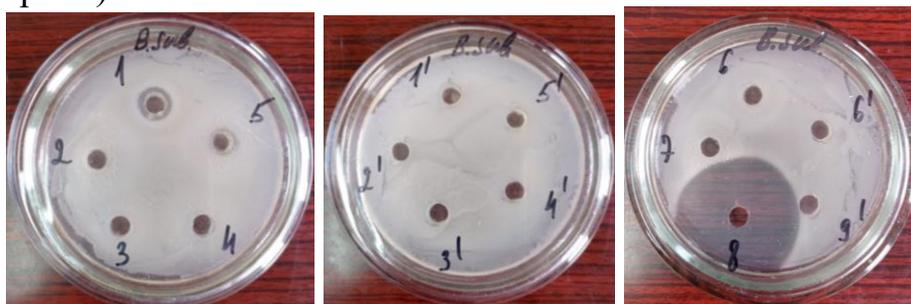
(1-майдаланган амарант уруғи, 2- амарант уруғини протеолитик, амилолитик қайта ишлашдан олинган амарант қуйқуми (амарантовая дробина), 3-экстракция усулида мойи ажратиб олинган амарант кунжараси, 4-мойи ажратиб олинган амарант уни, 5-амарант уруғи альбуминлари, 6- амарант уруғи глобулинлари, 7- амарант уруғи глютелинлари, 8- 1мг/мл концентрациядаги цефозолин антибиотиғи, 9-назорат намунаси (Буфер рН 7,0 + нейтраза ферменти).

Амарант уруғи альбуминларидан протеазалар орқали гидролизлаб олинган пептидлар $1,2 \pm 0,1$ см диаметрда *S. aureus* культураси ўсишини чеклаши кузатилган (8-расм).



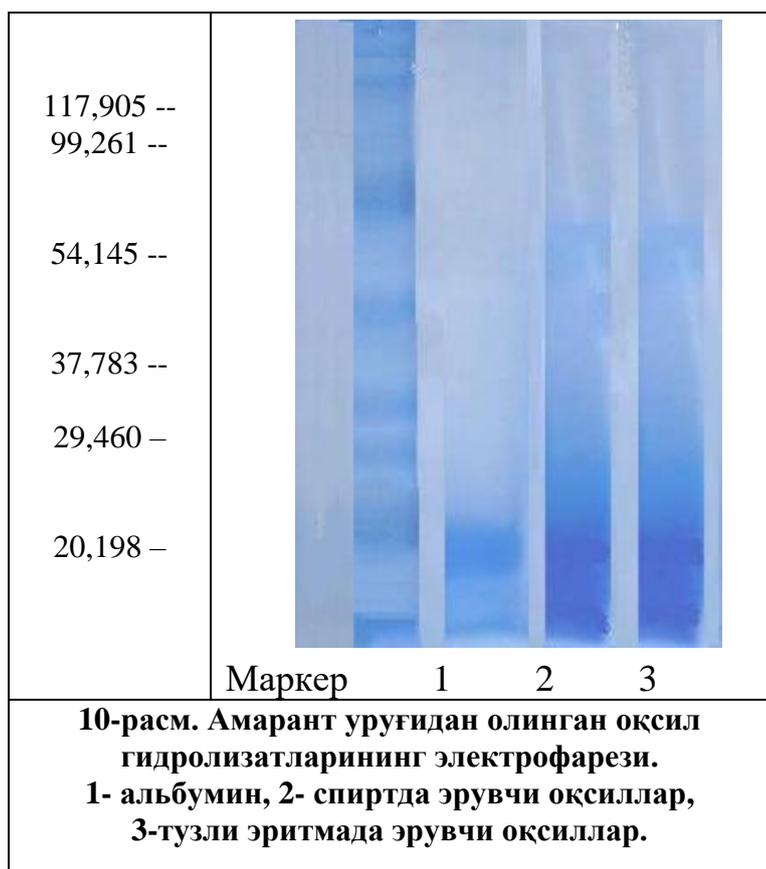
8-расм. Амарант уруғи протеолитик қайта ишланган маҳсулотларининг *Staphylococcus aureus* ни ўсишини тўхтатиши (ушбу расмда келтирилган сонлардаги намуналар номи 7-расмдаги билан бир хил).

Қолган бошқа намуналар тест-культураларнинг ўсишини деярли тўхтатмаган (9-расм).



9-расм. Амарант уруғи протеолитик қайта ишланган маҳсулотларининг *Bacillus subtilis* ни ўсишини тўхтатиши (ушбу расмда келтирилган сонлардаги намуналар номи 7-расмдаги билан бир хил).

Майдаланган амарант уруғидан протеолитик қайта ишлаб олинган пептидлар бир вақтнинг ўзида Грам «+» *S.aureus* ва *B.subtilis* штамларига қарши тест-культураларни 18 ва 14 мм га ўсишини тўхтатиши билан ўзининг антимикроб фаоллигини намоён қилган.



Шунингдек, Грамм «-» *P. aeruginosa* штамга қарши бошқа намуналар ҳам 12-18 мм гача тест-культураларнинг ўсишини тўхтатишини намомоён қилиб, юқори антимикроб фаоллиги аниқланган.

Амарант уруғи манбаасидан протеолитик фермент препарати иштирокида олинган пептидлар айрим патоген микроорганизмлар (*Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* va *Bacillus subtilis*) га нисбатан антимикроб фаоллигининг аниқланиши келажакда медицина соҳасида янги тур антибиотик ва антимикотиклар олиш имконини беради.

Олинган пептидлар молекуляр массасини электрофарез ёрдамида аниқлаш тажриба натижалари. Пептид гидролизатларининг молекуляр массасини аниқлаш учун, 12% ПААГ гелда, цис-глицин буфер, 0,1% SDS, pH-8,6, 25 mA шароитида электрофарез қилинди. Олинган антимикроб, антиоксидант пептидларнинг молекуляр оғирлиги электрофарези 10-расмда келтирилган. Олинган антимикроб, антиоксидант пептид гидролизатларининг молекуляр оғирлиги 7-16 кДа ни ташкил қилди.

Олинган пептид гидролизатларининг заҳарли элементлар таҳлили. Олинган пептидлар заҳарли элементлар миқдори полярограф усулида таҳлил қилинганда 6-жадвалда келтирилган маълумотлар олинди.

6-жадвал

Амарант пептидлари заҳарли элементлар миқдори, (mg/kg)

№	Аниқланган заҳарли	СанҚ ва М 0366-19	СанҚ ва М 0366-
1	Мис (Cu)	0,17	мос
2	Қўрғошин (Pb)	0,12	1,0
3	Кадмий (Cd)	0,00	0,2
4	Рух (Zn)	0,00	меъёрланмаган

Олинган пептидлар заҳарли элементларга таҳлил қилинганда, СанҚ ва М 0366-19 “Озиқ-овқат маҳсулотлари хавфсизлиги гигиеник нормативлари” ҳужжати 9.1-банди заҳарли элементлар миқдори бўйича мослиги аниқланган.

Амарант уруғи таркибидаги крахмалдан қандли моддаларни олиш. Амарант уруғи ферментли гидролиз натижасида пептидлар олингандан кейин, таркиби крахмал ва амарант мойи сақлаган чўкма чиқинди сифатида ажралади.

Улардан самарали фойданиш мақсадида амилolitik ферментлар таъсирида қандли моддаларга гидролизлаш жараёни ўрганилди. Олинган қандли гидролизатни таҳлил кўрсаткичлари 7-жадвалда келтирилади.

7-жадвал

Амарант крахмалидан олинган қандлаштирилган шарбат таҳлили

Қўлланилган фермент	Эритма хажми, мл	Қурук моддалар миқдори, %	Қайтарувчи қандлар (қурук моддаларга нисбатан), %
α-амилаза	480	22	27
α-амилаза ва β-амилаза	470	23	52

Олинган натижалардан амарант уруғини амилolitik ферментлар иштирокида қайта ишлаб, углеводли моддалар шу жумладан патока маҳсулоти, бижғиш маҳсулотлари учун углеводли хом ашёлар олиш имконини яратади.

Амарант уруғидан олинган амарант мойининг ёғ-кислота таркиби. Таҳлиллар натижасида олинган амарант уруғининг мойлилик даражаси ва амарант уруғини ферментли қайта ишлаб олинган қуритилган амарант куйқумининг (амарантовая дробина) мой ва сквален миқдори 8-жадвалда келтирилган.

8-жадвал

Амарант уруғи ва қуритилган амарант куйқумининг мой ва сквален миқдори, (%)

Номи	Мой миқдори	Сквален миқдори
Амарант уруғи	6,97	8,6778
Крахмаллари гидролиз қилиб ажратилган амарант уруғида (қуритилган куйқум)	10,93	8,4791

“Харьков” навли амарант уруғи мойлиги 6-8,4%, ушбу мойлар таркибида 8-10 % миқдорда сквален биологик фаол моддалари борлиги аниқланган.

Пиво тайёрлаш технологиясида амарант уни ва амарант патокасининг қўлланилиши. Пиво ишлаб чиқариш жараёнида пиво маҳсулотларининг таннархини арзонлаштириш мақсадида иккиламчи хом ашё сифатида крахмал тутган донли ва патока маҳсулотларидан кенг фойдаланилади. Затор тайёрлаш жараёнида амарант уни қўшилишининг қандлаштириш жараёнига, оч рангли 12% экстрактивликдаги пиво тайёрлашда амарант унининг сусло ва тайёр пиво нордонлигига, сусло пишириш жараёнида патока қўшилишининг тайёр пиво кўпик барқарорлигига таъсири ўрганилди: солодга 20% гача амарант уни ёки пиво суслосига 25 % гача амарант патокаси қўшиб, “Нордонлиги” ва “Кўпик барқарорлиги” кўрсаткичлари бўйича сифатли бўлган оч рангли, экстрактивлиги 12% бўлган пиво маҳсулотлари тайёрлаш мумкинлиги кўрсатилган.

Диссертациянинг “Амарант уруғини қайта ишлашда ҳосил бўладиган иккиламчи чиқиндиларни қайта ишлаш” деб номланган тўртинчи бобида

Амарант оқсиллари асосида биологик фаол пептидлар олиш технологиясини яратиш, амарант уруғини қайта ишлашда ҳосил бўладиган иккиламчи чиқиндиларни қайта ишлаш, натижалар статик қайта ишлаш, амарант уруғидан биологик фаол пептидлар олишнинг иқтисодий самарадорлиги ҳисоблаш келтирилган.

Амарант оқсилларидан биологик фаол пептидлар олиш технологиясини яратишда тажрибалар натижасида олинган маълумотлардан фойдаланилган. Бунда амарант уруғи оқсил миқдори 11 %, ёғлилиги 6%, крахмал миқдори 52-58%, протеолитик “Neytraza” фермент препарати паспорт маълумотларидан унинг фаоллиги 50-53 °С ҳароратда юқори фаолликга эга эканлигини инобатга олинган. Биологик фаол пептидлар ишлаб чиқариш асосий иқтисодий кўрсаткичлари 9-жадвалда келтирилган.

Маҳсулотлар ҳисобидан 1 тонна амарант уруғидан 108,19 кг биологик фаол пептидлар олинади. Йилига 300 тонна амарант уруғини етиштириб, ундан биологик фаол пептидлар олишда 1 кг пептидларнинг таннархи 69232 сўмни, 1 кг маҳсулотнинг эркин сотиш баҳоси 144739 сўмни ва ишлаб чиқариш цехининг йиллик кутилаётган фойдаси 1947420 минг сўмни ташкил этади.

9-жадвал

Асосий иқтисодий кўрсаткичлар

№	Кўрсаткичлар	Ўлчам	Лойиха бўйича
1	2	3	4
1	Йиллик и/ч маҳсулот ҳажми		
	а) натурал ифода	кг	32457
	б) товар маҳсулотининг қиймати	минг сўм	4697825,13
2	1 ўлчам маҳсулотнинг и/ч таннархи (ишлаб чиқариш сарфлари)	минг сўм/ кг	69,23
3	Йиллик маҳсулотнинг таннархи (32457 кг)	минг сўм	2247066,72
4	Маҳсулотнинг эркин-сотиш баҳоси	минг сўм/ кг	144,739
5	Йиллик фойда	минг сўм	1947420
6	Маҳсулот рентабеллиги (самарадорлиги %)	%	86,66
7	1 ишловчининг ўртача- ойлик иш ҳақи	минг сўм	5500
8	1 ишчининг ўртача- ойлик иш ҳақи	минг сўм	5500
9	Моддий сарфларнинг ишлаб чиқариш таннархдаги улуши	%	8,56

Суткасига 1,5 тонна амарант уруғи оқсилларидан биологик фаол пептидлар олиш учун технологик жиҳозлар танланган ва танланган жиҳозлардан 11-расмда келтирилган технологик схема яратилган.

Амарант ўсимлиги уруғи тозаланган ҳолда қабул бункери (1)га туширилади, пичоқли майдалагич (2) да 0,1 мм ўлчамда майдаланиб, (3) майдаланган дон қабул бункерига берилади ва нория (4) орқали оқсиллардан пептид гидролизатлари олиш учун (9) ферментаторга берилади. Майдаланган амарант майдаланмаси ферментаторда 1:4 нисбат ҳажмдаги 50 °С ҳароратдаги сув билан аралаштирилади. Аралашма таркибидаги сувга дастлаб дон

Амарант уруғи таркиби, қўлланиладиган фермент фаоллиги, тажриба натижалари, танланган ускуналар асосида суткасига 1,5 тонна амарант уруғидан биологик фаол пептидлар олиш технологияси яратилди. Амарант уруғидан биологик фаол пептидлар олишда мой, углеводларга бой чиқинди масса ҳосил бўлади. Ушбу массани таркибида крахмал, скваленга бой амарант мойи бўлганлиги сабаб амилolitik ферментлар ва экстракция усулларини қўллаган ҳолда қўшимча патока, амарант мойи маҳсулотлари олиш имкони пайдо бўлган. Бу эса ўз навбатида амарант уруғини комплекс қайта ишлаш зарурлигини кўрсатган. Амарант уруғини комплекс қайта ишлаш технологик схемаси 12-расмда келтирилган.

ХУЛОСА

1. Биринчи марта Хоразм вилоятида амарантнинг “Харьков” навини етиштиришда ўртача 1 га майдондан 700-750 ц кўк масса ва 4,6-5,4 т амарант уруғи олиниб, етиштирилган амарант ўсимлигини механик таркиби таҳлил қилинганда, умумий массасига нисбатан бош қисми яшил массаси 17,5 %, барги 24,4 %, уруғи 6 %, пояси 51,2 %, илдизи 6,8 %, физик-кимёвий таҳлилларда оқсил миқдори 9-11%, куруқ вазнга нисбатан мойлилиги 6,9% гача, мойлари таркибидаги ёғ кислоталарининг асосий улуши линолен кислотасига (34,5%), олеин кислотасига (33%), палмитин кислоталарига (18,5%) тўғри келиши, мой таркибидаги сквален миқдори 8,4-8,6% бўлиши ва амарант уруғи таркибида захарли элементлар кўрсаткичи бўйича СанҚМ 0366-19 “Озиқ-овқат маҳсулоти хавфсизлиги гигиеник нормативлари” ҳужжати 4.1-банди захарли элементлар миқдори бўйича мослиги аниқланган.

2. Амарант уруғидан сувда (альбумин), тузда (глобулин), спиртда (глутелин) эрийдиган оқсиллар экстракция усулида ажратиб олинди. Ажратилган глутелин нейтрал протеиназа билан гидролизланиш тезлиги бошқа оқсилларга нисбатан 2-3 марта юқори бўлиши кузатилди. Оқсилларни 120 дақиқа давомида гидролизланиш даражаси глутелинда 2,16 мкмоль/мл бўлса, альбуминда 1,08 мкмоль/мл, глобулинда эса 0,97 мкмоль/мл ни ташкил этди. Нейтраза ферментини глутелинга ва альбуминга нисбатан Михаэлис константаси 14,3 мг/мл ташкил этган бўлса, глобулинга нисбатан 10,0 мг/мл ни ташкил этди. Бу билан нейтрал протеиназининг амарант уруғи глутелин оқсилларини бошқа оқсилларга нисбатан гидролизланиш спецификлиги юқорилиги аниқланган.

3. Амарант уруғини протеаза (Neytrase 0,8L) ферменти билан гидролизлашда рН 6-7, ҳарорат 45-55 °С оптимал шароит бўлиши аниқланди.

4. Амарант уруғи оқсиллари асосида олинган пептидлар антиоксидантлиги, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* ва *Bacillus subtilis* бактерияларга нисбатан антимиқроб хоссасига эга эканлиги аниқланиб, олинган пептидлар молекуляр массаси 7-16 кДа, таркибидаги захарли элементлар миқдори СанҚМ 0366-19 “Озиқ-овқат маҳсулоти хавфсизлиги гигиеник нормативлари” ҳужжати 9.1-банди захарли элементлар миқдори бўйича мослиги аниқланган.

5. Амарант уруғини қайта ишлаб оқсиллардан протеолитик ферментлар ёрдамида антиоксидант, антимиқроб хоссали пептидлар олишни мўътадил

шароитлари ва ҳосил бўладиган иккиламчи чиқинди углеводлардан амилолитик ферментлар иштирокида крахмал патокаси ва сквалентга бой амарант мойи олиш технологияси яратилди.

6. 1 т амарант уруғидан 108,19 кг биологик фаол пептидлар олиниши, 300 тонна амарант уруғини етиштириб, ундан биологик фаол пептидлар олишда 1 кг пептидларнинг таннархи 69232 сўмни, маҳсулотнинг эркин сотиш баҳоси 144739 сўм/кг бўлганда, биологик фаол пептидлар ишлаб чиқариш цехининг йиллик кутилаётган фойдаси 1947420 минг сўмни ташкил қилиши аниқланган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
DSc03/30.12.2019.Т.04.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ**

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ШАРИПОВ ПОЛВОН РУЗМАТОВИЧ

**СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ
АКТИВНЫХ ПЕПТИДОВ НА ОСНОВЕ АМАРАНТОВОГО БЕЛКА**

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

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

Ташкент – 2024

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высший аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2021.4.PhD/T2469.

Диссертация выполнена в Ташкентском химико - технологическом институте, Ургенчском государственном университете.

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

Научный руководитель:

Хасанов Хасан Турсунович

кандидат биологический наук, доцент

Официальные оппоненты:

Серкаев Камар Пардаевич

доктор технических наук, доцент

Каршиев Толиб Овлаевич

кандидат биологический наук, доцент

Ведущая организация:

Ташкентский государственный технический университет

Защита диссертации состоится «30» 10 2024 г. в «9⁰⁰» часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.04.01 при Ташкентском химико-технологическом институте. (Адрес: 100011, г. Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А. Навои, 32. Тел.: (+99871) 244-79-20; факс: (+99871) 244-79-17; e-mail: tkti_info@edu.uz. Ташкентский химико-технологический институт, Административное здание, 2-й этаж, конференц зал.

Диссертация зарегистрирована в информационно-ресурсном центре Ташкентского химико-технологического института за №788 с которым можно ознакомиться в ИРЦ (100011, г. Ташкент, Шайхонтахурский район, ул. А. Навои, 32. Тел.: (+99871) 244-79-20).

Автореферат диссертации разослан «7» 10 2024 года.
(протокол рассылки №788 от 7.10 2024 года).



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

Х.И. Кадилов
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 философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время различные пептиды, обладающие антимикробными свойствами, широко используются в качестве лекарств против тяжелых респираторных заболеваний. При этом одним из актуальных вопросов является ферментативная обработка богатых белком продуктов, получение биологически активных веществ, выращивание растения амарант, а также совершенствование технологических процессов получения различных видов продуктов, богатых биологически активными веществами.

Производимые в мире антимикробные пептиды используются в пищевой, фармацевтической промышленности, медицине и других отраслях. Большое значение имеют получение антимикробных пептидов из семян амаранта с участием протеолитических ферментов, изучение их физико-химических свойств и сырьевой базы, снижение потерь при получении антимикробных пептидов, внедрение эффективных методов производства по безотходной технологии, обеспечение экологической чистоты продукции.

В нашей республике достигаются определенные научные результаты по производству высококачественной продукции из местных сырьевых ресурсов, созданию технологий получения продуктов с улучшенными функциональными свойствами, с добавлением растительных экстрактов, витаминов, незаменимых добавок, путем внедрения высокоэффективных технологий. В стратегии развития нового Узбекистана определены важные задачи «Быстрого развития высокотехнологичных производств, прежде всего производства готовой продукции с добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местного сырья»². В связи с этим актуальна разработка технологии получения новых видов продукции с особыми функциональными свойствами путем ферментативной обработки богатых белком продуктов, выращивания растения амаранта и его переработки.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, постановленных в Указах Президента Республики Узбекистан УП № 60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022—2026 годы», Постановление Президента Республики Узбекистан ПП № 4821 от 09 сентября 2020 года «О мерах по ускоренному развитию пищевой промышленности республики и полноценному обеспечению населения качественной продовольственной продукцией», Указ Президента Республики Узбекистан УП № 36 от 16 февраля 2024 года «О дополнительных мерах по обеспечению продовольственной безопасности в республике», а также в других нормативно-правовых актах, связанных с данной деятельностью.

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

² Указ Президента Республики Узбекистан УП № 60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022—2026 годы.

Степень изученности проблемы. Научные исследования по переработке амаранта и масличных культур, изучению биохимических и физико-химических свойств проводились такими учеными, как Silva-Sánchez C., Alehis Ayala-Nino, Teresa Rosales-García, Rozana Amaresida, А.И. Глушенкова, С. Латиф, Soto C.G., Rosenthal A., Lamsal B., Hanmoungjai P., Moreau R., Dominguez H., К. Сосулки, А.Г. Сергеев, М.З. Подольский, В.Г. Щербаков, В.П. Ржехин, Ш.Х. Олимжонов, М.М. Рахимова, К.С. Сафаров, Х. Алланов, О. Сотторов, М. Нормурадова, Ш.А. Турсунова.

Ими определены физико-химические и показатели безопасности растения амаранта, на основе переработки амаранта обоснованы технологии получения амарантового масла, белковых, пептидных, углеводных гидролизатов, получены антитромбические, противомикробные препараты, содержащие белковые гидролизаты.

Одновременно на основе высокоэффективных технологий проводятся научные исследования по переработке семян амаранта с использованием ферментов, разработке технологии получения патоки, амарантового масла на базе комплексной переработки семян амаранта, созданию рецептур с дополнительными антиоксидантами и специфическими добавками, стимулирующими пробиотические и антимикробные свойства продукта.

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

Диссертационное исследование выполнено согласно плану научных исследований Ургенчского государственного университета совместно с фермерским хозяйством «Самандар», ООО «Standart sweet» в рамках проекта практической помощи на тему «Выращивание амаранта в условиях Хорезма» и «Создание технологии получения белковых, пептидных гидролизатов путем переработки растения амаранта».

Целью исследования являются создание технологии получения биологически активных пептидов на основе амарантового белка.

Задачи исследования:

исследование механических, физико-химических и показателей безопасности амаранта сорта «Харьковский», выращенного в Хорезмской области;

выделение белков семян амаранта и определение кинетики ферментативного гидролиза;

определение оптимальных условий ферментативного гидролиза семян амаранта с использованием протеаз;

определение антимикробных, антиоксидантных свойств полученных пептидов;

разработка технологии получения антимикробных и антиоксидантных пептидов из семян амаранта, а также получения сахаристых веществ на основе ферментативного гидролиза вторичных материалов, образовавшихся при переработке;

расчет экономической эффективности предприятия по переработке 300 тонн семян амаранта в год.

Объектами исследования являются амарант сорта «Харьковский»,

выращиваемый в Хорезмской области, нейтральная протеиназа (Neutrase 0,8L, «Novozymes», Дания), α -амилаза (Термолаза 800L, ООО «Enzymbioproduct», Россия), амарантовый пептид, амарантовая патока, амарантовое масло.

Предметом исследования является антиоксидантная и антимикробная активность и стабильность пептидов, полученных из белков семян амаранта, активность и стабильность протеолитических и амилолитических ферментов, используемых в процессе получения крахмальной патоки и масла из семян амаранта.

Методы исследования. В ходе выполнения диссертационной работы общее содержание белка в сырье и готовой продукции определяли методом Кьельдаля, активность ферментов - фотоэлектроколориметрическим, содержание сухих веществ крахмальной патоки - рефрактометрическим, анализ токсичных металлов - полярографическим, содержание жирных кислот и сквалена в амарантовом масле – газо-хроматографическим, гравиметрическим, антимикробные свойства биологически активных пептидов - микробиологическим методом «Луночно-дизуфионный», показатели безопасности продукта проверены на соответствие требованиям СанПиН № 0366-19.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определены механические, физико-химические и показатели безопасности амаранта, выращенного в условиях Хорезма;

доказано, что фермент Neutrase 0,8L, среди выделившихся из семян амаранта водо-, соле- и спирторастворимых белков амаранта, проявляет наибольшую специфичность по отношению белку-глобулину;

основано, что рН 6-7, температура 45-55 °С оказались оптимальными условиями для гидролиза семян амаранта ферментом протеазой (Neutrase 0,8L);

доказано, что пептиды с молекулярной массой 7-16 кДа, полученные из белков семян амаранта, обладают высокой антиоксидантной активностью в отношении окисления (+)-катехина, антимикробными свойствами в отношении бактерий *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*;

определено, что содержание токсичных элементов в полученных пептидах соответствует показателям пункта 9.1. СанПиН 0366-19 «Гигиенические нормы безопасности пищевой продукции».

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

на основе комплексного метода ферментативной обработки семян амаранта создана технология получения необходимых продуктов из белков, углеводов и жиров;

определены оптимальные условия получения пептидов с антиоксидантными свойствами с использованием протеолитических ферментов на основе белков семян амаранта;

доказано, что полученные пептиды, наряду с антиоксидантными свойствами, обладают антимикробными свойствами и могут быть использованы против бактерий *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*.

Достоверность результатов исследования. Подтверждено, что при анализе результатов используются современные физико-химические и биохимические методы анализа, осуществляется статистическая обработка экспериментальных

данных путем расчета предельных значений доверительного интервала среднего результата с использованием критерия Стьюдента и доказано введением результатов исследований на предприятиях ООО «Mehnat pivo» и ООО «Standart sweet».

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований заключается в создании научной основы для комплексной переработки семян амаранта с участием ферментов, создания дополнительных рецептур антиоксидантов и специфических добавок для стимуляции пробиотических и антимикробных свойств, обоснованию ферментативной кинетики белков ферментом Нейтраза 0,8л, для выделения белков из семян амаранта, обладающих высокой специфичностью к глобулиновому белку.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что выращивание растения амарант, обработка семенной мякоти с использованием протеолитических и амилолитических ферментов служат ускорению технологии получения антиоксидантных, антимикробных препаратов, патоки, сахаристых веществ, амарантового масла.

Внедрение результатов исследования.

При внедрении результатов исследований технологии ферментативной обработки семян амаранта получены следующие результаты:

технология получения белковых гидролизатов и патоковых продуктов из семян амаранта внедрена в производство на ООО «Standard Sweet» (справка №05/06-02-654 от 12 августа 2024 года Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан). В результате были получены белковые гидролизаты с высокой антимикробной активностью в отношении микроорганизмов *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* и патоковая продукция качества, отвечающего требованиям ГОСТ 33917-2013;

Технология приготовления пива путем добавления белковых гидролизатов из семян амаранта и продуктов из патоки внедрена в производство на ООО «Мехнат пиво» (справка № 05/06-02-654 от 12 августа 2024 года Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан). В результате это позволило производить пивоваренную продукцию, качество которой соответствует требованиям ГОСТ 31711-2012.

Апробация результатов исследования. Полученные результаты доложены, обсуждены и одобрены на 8, в том числе 3 международных и 5 республиканских научных конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме и материалам диссертации опубликовано 13 научных работ. Из них 2 научных статьи в зарубежных журналах, 3 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей Аттестационной комиссией Республики Узбекистан для опубликования основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 119 страницах компьютерного текста, включает 23 рисунка и 27 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и необходимость проводимых исследований, описываются цели и задачи, объекты и предметы исследований, а также показывается их совместимость с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Описаны научная новизна и практические результаты исследования, полученные результаты, раскрыта научная и практическая значимость, представлена информация о внедрении результатов исследования, опубликованных работах и содержании диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Литературный обзор. Сведения о современных способах переработки семян амаранта»** собраны сведения о выращивании растения амарант, ботанической классификации, лечебных свойствах растения амаранта, продукция из него, современные способы получения биологически активных веществ путем комплексной переработки семян амаранта. Сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе диссертации под названием **«Лабораторное экспериментальное оборудование, реактивы, методы. Перечень лабораторных работ»** приведены объекты исследования, метод определения влажности (ГОСТ 13586.5-2015), метод определения белка (ГОСТ 10846-91), метод определения жира (ГОСТ 29033-91), метод определения протеолитической активности (ГОСТ 20264.2-85), метод определения амилолитической активности (ГОСТ 20264.4-85), метод определения транс-изомеров жирных кислот (ГОСТ 31754-2012), метод определения кислотности (ГОСТ 12788-87).

В третьей главе диссертации под названием **«Экспериментальная часть. Разработка технологии получения биологически активных пептидов на основе белков семян амаранта»**, приведена механическая и физико-химическая классификация растения амаранта, выращенного в Ханкинском районе Хорезмской области Республики Узбекистан, влияние используемых ферментов на антиоксидантные и антимикробные свойства пептидов, полученных из белков семян амаранта, изучено влияние последовательности обработки на получение сахаристых веществ из крахмала семян амаранта, использование амарантовой муки и амарантовой патоки в технологии пивоварения.

После изучения химического состава растения амаранта, агротехники его выращивания, полезных и целебных свойств, сорт амаранта «Харьковский» был выращен на 5 га земли в Хорезмской области Ханкинском района. Средняя высота культивируемого растения амаранта составила 2,5 метра. Растение амаранта, выращенное в Ханкинском районе Хорезмской области, представлено на рисунке 1.

В среднем с 1 га выращивания растения амаранта получали 700-750 ц зеленой массы и 4,6-5,4 т семян амаранта.



Механический анализ семян амаранта

Механический анализ растения амаранта является одним из предварительных анализов сырья и помогает сделать предварительные выводы о том, сколько семян и зеленой массы получить от растения амаранта, выращенного в открытом грунте. С помощью этих выводов дополнительные анализы (Кьельдаль, рефрактометрический, гравиметрический и др.) позволили теоретически определить выход биологически активных пептидов, патоки, амарантового масла. Результаты механических анализов растения амаранта представлены в табл. 1.

Таблица 1

Механический анализ растения амаранта, (гр)

№	Средний вес одного растения амаранта	Зеленая масса головной части	Листы	Семена	Стебель	Корневая часть
1	2840	497	695,5	170	1454	193,5

Согласно механического анализа, представленного в данной таблице, видно, что средняя зеленая масса амаранта составила 17,5%, масса листьев - 24,4%, масса семян - 6%, стебля - 51,2%, масса корня - 6,8% от общей массы амаранта.

В аккредитованной физико-химической лаборатории государственного предприятия «Хорезмский испытательный и сертификационный центр» (UzTEST) на основании нормативных документов проведен анализ влажности механических частей растения амаранта по ГОСТ 13586.5-2015 и массовой доли общих белков по ГОСТ 10846-91. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Анализ влажности и содержания белка в механических частях растения амарант

№	Составные части	Влажность, %	Содержание белка, %
1	Семена	12	11
2	Свежий лист амаранта	63,95	7
3	Стебель	61,98	0,3
4	Корень	61,5	0,6

Количество токсичных элементов в сырье приведено в таблице 3.

Таблица 3

Анализ токсичных элементов семян амаранта, (мг/кг)

№	Количество обнаруженных токсичных элементов		СанПин 0366-19, пп.4.1	Соответствие СанПин 0366-19, пп.4.1
1	Медь (Cu)	0,2	ненормируется	соответствует
2	Свинец (Pb)	0,12	0,3	соответствует
3	Кадмий (Cd)	0,00	0,1	соответствует
4	Цинк (Zn)	0,00	ненормируется	соответствует

При анализе семян амаранта на токсичные элементы установлено, что они соответствуют содержанию токсичных элементов документа СанПиН 0366-19 пункта 4.1. «Санитарные правила, нормы и гигиенические нормы Республики Узбекистан».

Классификация ферментных препаратов при ферментативной обработке семян амаранта

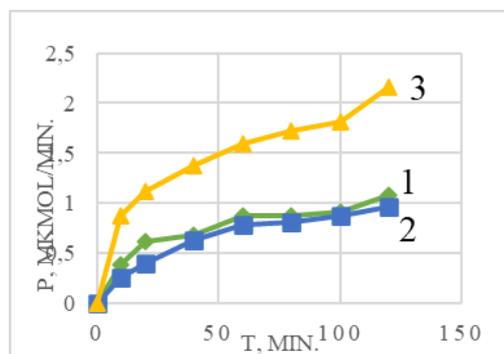


Рис.2. Ферментативный гидролиз альбуминов, глобулинов,

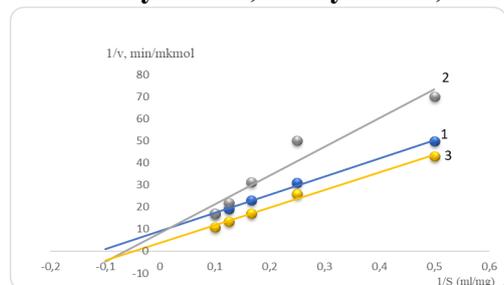


Рис.3. Влияние концентрации субстрата на скорость гидролиза белков нейтральной протеиназой.

1-альбумин, 2-глобулин, 3-глутелин.

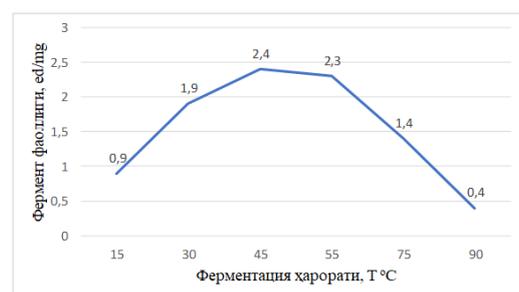


Рис.4. Исследование зависимости активности ферментов от температуры процесса

в зависимости от температуры процесса представлен на рисунке 4.

При обработке семян амаранта ферментом протеазой (Нейтраза 0,8л) установлено, что оптимальная температура составляет 45-55 °С.

Белки, выделенные из семян амаранта, гидролизуются протеолитическими ферментами с разной скоростью. Скорость гидролиза зависит от специфичности используемого протеолитического фермента. Для гидролиза белка использовали нейтральную протеазу «Neutraza» («Novozymes», Дания), полученную из бактерии *Bacillus amylolisuuefaciens*. Полученные результаты представлены на диаграмме рис.2.

Как видно из приведенных данных, скорость гидролиза глутелина, выделенного из семян амаранта с нейтральной протеиназой в 2-3 раза выше, чем у других белков. Например, количество аминокислот, образовавшихся в результате гидролиза глутелина в течение 120 мин, составило 2,16 мкмоль/мл, в результате гидролиза альбумина - 1,08 мкмоль/мл, а в результате гидролиза глобулина - 0,97 мкмоль/мл.

Константа Михаэлиса фермента нейтразы по отношению к глутелину и альбумину составила 14,3 мг/мл, а по отношению к глобулину - 10,0 мг/мл. Диаграмма константы Михаэлиса приведена на рис.3. Обнаружено, что скорость гидролиза глобулина, выделенного из семян амаранта, нейтральной протеиназой в 2-3 раза выше, чем у других белков.

Результат исследования ферментативной активности семян амаранта

Влияние pH среды на ферментативную обработку семян амаранта представлено на рисунке 5. При измерении активности фермента на различных средах с протеазой семян амаранта (Нейтраза 0,8 л) было установлено, что оптимальный pH среды составляет 6-7.

Антиоксидантные свойства пептидов растения амаранта. В семенах амаранта идентифицированы водорастворимые белки (альбумины), солерастворимые белки (глобулины), спирторастворимые белки (проламины) и щелочерастворимые белки (глутелины). Количественный состав белков, обнаруженных в семенах некоторых злаков, представлен в табл. 4.

Таблица 4

Белковые компоненты семян злаков (% сухого вещества)

Тип злаков	Общее содержание белка по отношению к сухому веществу, %	В том числе			
		Альбу-мины	Глобу-лины	Прола-мины	Глуте-лины
Пшеница	12-18	4	8	40	48
Ячмень	8-14	28	22	32	18
Кукуруза	9-14	0,5	20	40	30
Амарант	9-11	19	38	13	21

Из данных, приведенных в таблице, видно, что семена амаранта также содержат все белковые вещества, как и другие зерновые культуры. Содержание глобулина и альбумина в семенах амаранта выше, нежели в другом зерновом сырье, и составляет 38 и 19 % соответственно.

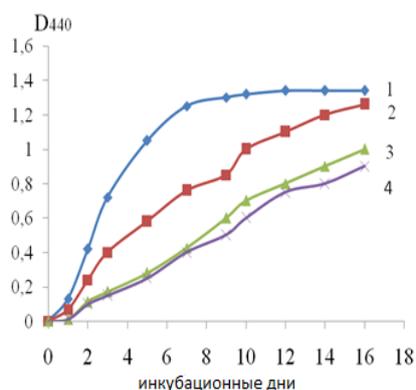


Рис.6. Влияние пептидов, экстрагированных из белков семян амаранта с помощью фермента нейтразы, на процесс окисления (+)-катехина.

1-контрольный образец, 2-пептиды, полученные из альбумина, 3-пептиды, полученные из глобулина, 4-пептиды, полученные из глутелина.

Пептиды из белков семян амаранта не являются исключением. Проведенные исследования показали, что путем гидролиза глобулина и глутелина семян амаранта можно получить высокоактивные пептиды. Антиоксидантные свойства пептидов, выделенных из белков семян амаранта, представлены на рис. 6.

Из представленных данных видно, что оптическая плотность раствора в результате окисления (+) - катехина при 45 °С за 10 суток в присутствии ионов железа составляет 1,3 единицы (рис. 6, кривая 1). При добавлении пептидов скорость окисления (+) -катехинов снижается. В частности, пептиды, полученные из глобулина и глутелина, замедляют процесс, и оптическая плотность раствора составляет всего 0,5-0,6 единиц. Таким образом, на основе белков семян амаранта можно получить пептиды с антиоксидантными свойствами.

Антимикробные свойства пептидов растения амаранта

Антимикробная активность белка амаранта и продуктов его гидролиза представлена в табл. 5.

Таблица 5

Антимикробная активность белка амаранта и продуктов его гидролиза

Объект для получения пептидов	Диаметр зон подавления роста тест-культур, мм				
	<i>E.coli</i>	<i>P.aeruginosa</i>	<i>S.aures</i>	<i>B.subtilis</i>	<i>S.albicans</i>
Дробленые амарантовые семена	-	18	16	14	-
Амарантовая дробина после обработки протеолитическими и амилолитическими ферментами	-	14	-	-	-
Амарантовый шрот, полученный после прямой экстракции липидов	-	14	-	-	-
Обезжиренная мука амаранта	-	12	-	-	-
Альбумин, выделенный из муки амаранта	-	12	-	-	-
Глобулин выделенные из муки амаранта	-	-	-	-	-
Глютелины выделенные из муки амаранта	-	-	-	-	-
Антибиотик цефозалин (1мг/мл)	26	58	26	48	52
Контрольная проба (Буфер pH 7,0 + фермент нейтраза)	-	-	-	-	-

Многие испытанные образцы в разной степени подавляют рост *Pseudomonas aeruginosa*, наиболее высокое значение отсутствия роста наблюдается в присутствии продуктов гидролиза дробленого амарантового зерна с нейтральной протеиназой. При этом среднее значение диаметра зоны подавления составляет 1.8 ± 0.02 см. (рис.7.).

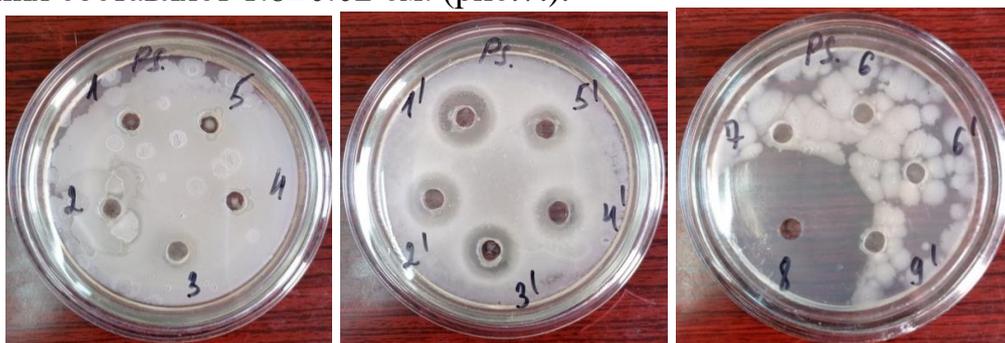


Рис.7. Зоны подавления роста *Pseudomonas aeruginosa* в присутствии пептидов, полученных протеолизом из зерна амаранта.

(1-дробленые амарантовые семена; 2-амарантовая дробина после обработки протеолитическими и амилолитическими ферментами; 3- амарантовый жмых, полученный после прямой экстракции липидов; 4-обезжиренная мука амаранта; 5-альбумин выделенный из муки амаранта; 6-глобулин выделенные из муки амаранта; 7-глютелины выделенные из муки амаранта; 8-антибиотик цефозалин с концентрацией 1 мг/мл; 9'-контрольная проба (Буфер pH 7,0 + фермент нейтраза).

Пептиды, полученные в результате гидролиза альбумина с нейтральной протеиназой, также подавляют рост *S. aureus* в диаметре 1.2 ± 0.1 см. (рис.8).



Рис.8. Зоны подавления роста *Staphylococcus aureus* в присутствии пептидов, полученных протеолизом из зерна амаранта (обозначение так же, как рис.7.)

На остальных исследованных чашках с тест-культурами подавления роста почти не обнаружено (рис.9).

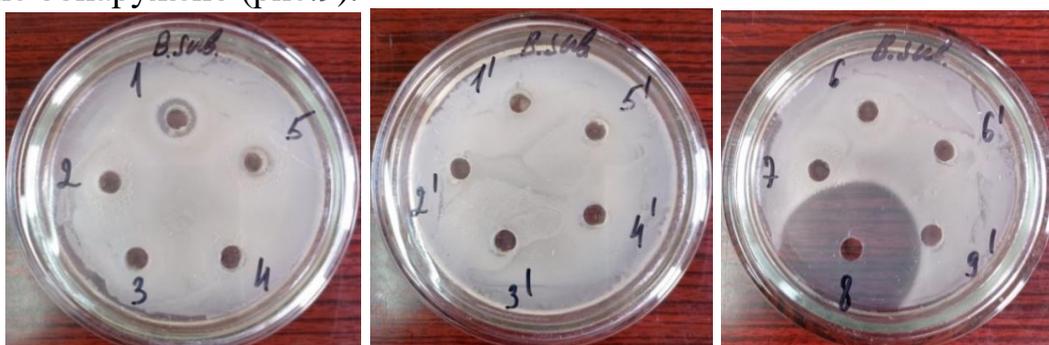
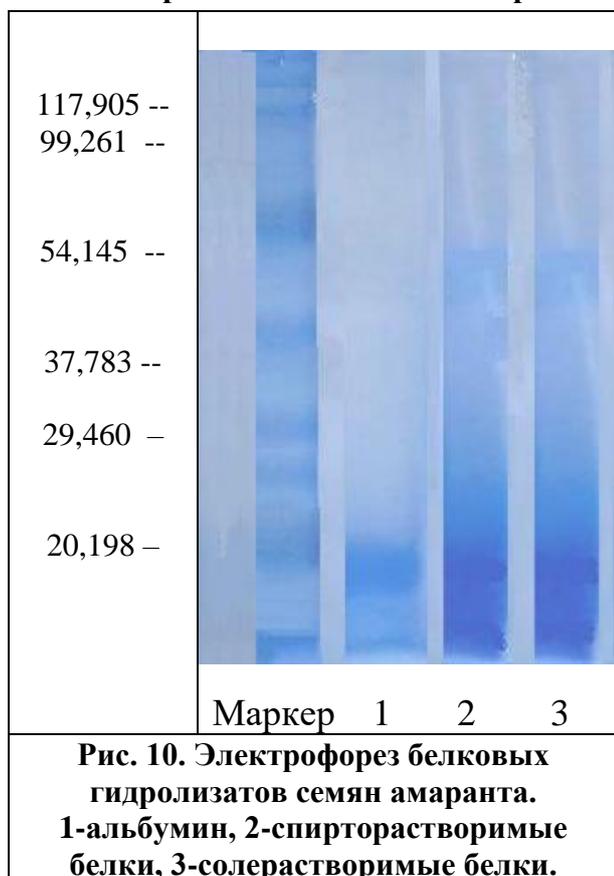


Рис.9. Зоны подавления роста *Bacillus subtilis* в присутствии пептидов, полученных протеолизом белков из зерна амаранта (обозначение так же, как рис.7.).



Дробленные амарантовые семена проявили активность одновременно против Грам «+» штаммов *S.aureus* и *B.subtilis*, подавив рост тест-культур на 18 и 14 мм, соответственно. Минимальную активность (12 мм) против *S.aureus* проявил также альбумин, выделенный из муки амаранта.

Высокую антимикробную активность против Грам «-» *P. aeruginosa* проявили также другие образцы с зоной подавления роста от 12 до 18 мм.

С применением различных ферментов из одного источника амарантового белка получены пептиды с антимикробными свойствами по отношению к некоторым патогенным микроорганизмам, в частности, к *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* и *Bacillus subtilis*, что позволит в

будущем получить новые виды антибиотиков и антимикотиков в области медицины.

Экспериментальные результаты определения молекулярной массы полученных пептидов методом электрофореза. Для определения молекулярной массы гидролизатов пептидов проводили электрофорез на 12% геле ПААГ, в цис-глициновом буфере, 0,1% ДСН (SDS), рН 8,6, при силе тока 25 мА. Молекулярный электрофорез полученных антимикробных, антиоксидантных пептидов представлен на рисунке 10.

Молекулярная масса полученных гидролизатов антимикробных, антиоксидантных пептидов составила 7-16 кДа.

Анализ токсичных элементов полученных пептидных гидролизатов. При анализе солей тяжелых металлов полученных пептидов методом ионной полярографии получены данные, представленные в таблице 6.

Таблица 6

Количество токсичных элементов пептидов амаранта, (мг/кг)

№	Количество обнаруженных токсичных элементов		СанПин 0366-19, пп.9.1	Соответствие СанПин 0366-19, пп.9.1
1	Медь (Cu)	0,17	ненормируется	соответствует
2	Свинец (Pb)	0,12	0,3	соответствует
3	Кадмий (Cd)	0,00	0,1	соответствует
4	Цинк (Zn)	0,00	ненормируется	соответствует

При анализе пептидов на токсичные элементы установлено, что они соответствуют содержанию токсичных элементов документа СанПиН 0366-19 пп. 9.1. «Санитарные правила, нормы и гигиенические нормы Республики Узбекистан»

Получение сахаристых веществ из крахмала семян амаранта. После получения пептидов ферментативным гидролизом семян амаранта оставшийся осадок содержит крахмал и масла амаранта как вторичный отход. С целью эффективного использования вторичных отходов был изучен процесс гидролиза крахмала под действием амилолитических ферментов.

Показатели анализа полученного сахарного гидролизата представлены в табл. 7.

Таблица 7

Анализ осахаренного суслу, полученного из амарантового крахмала

Использованный фермент	Объём раствора, мл	Содержание сухих веществ, %	Редуцирующие сахара (относительно сухих веществ), %
α-амилаза	480	22	27
α-амилаза и β-амилаза	470	23	52

На основе полученных результатов обработка семян амаранта с участием амилолитических ферментов позволит получить углеводное сырье, в том числе патоковые продукты, и сырье для бродильных продуктов.

Жирнокислотный состав масла, полученного из семян амаранта. Масличность семян амаранта, полученная в результате анализов, а также количество масла и сквалена из высушенной мякоти семян амаранта

(амарантовой дробины) ферментативно обработанных семян амаранта представлены в таблице 8.

Таблица 8

Содержание масла и сквалена в семенах амаранта и из дробины амаранта, (%)

Объект	Масличность	Содержание сквалена
Семена амаранта	6,97	8,6778
Семена амаранта, выделенные гидролизом крахмала (сушеная дробина)	10,93	8,4791

В данной части исследований установлено, что масло, полученное из семян амаранта сорта «Харьков», содержит значительное количество 6-8,4% масла. В этих маслах присутствует 8-10% биологически активного вещества - сквален.

Применение амарантовой муки и амарантовой патоки в технологии пивоварения. В процессе производства пива с целью удешевления пивной продукции в качестве вторичного сырья широко используют крахмал содержащие зерновые продукты и патоку. Изучены влияние добавления амарантовой муки на осахаривание при процессе затирания, влияние амарантовой муки на сусло и кислотность при приготовлении светлого пива экстрактивностью 12 %, влияние добавления патоки при варке сусла на пеностойкость готового пива.

В результате было показано, что, добавляя к солоду до 20 % амарантовой муки или к пивному суслу до 25 % амарантовой патоки, можно получать качественное светлое пиво с экстрактивностью 12 %, по показателям «Кислотность» и «Пеностойкость».

В четвертой главе диссертации под названием **«Создание технологии переработки семян растения амарант»**, представлены создание технологии получения биологически активных пептидов на основе белков растений амаранта, переработка вторичных отходов, образующихся при переработке семян амаранта, результаты статических исследований, расчет экономической эффективности получения биологически активных пептидов из семян амаранта.

Информация, полученная в результате экспериментов, была использована при создании технологии получения биологически активных пептидов из белков амаранта. Учтено, что содержание белка в семенах амаранта 11%, жира 6%, крахмала 52-58%, протеолитический ферментный препарат «Neutraza» обладает высокой активностью при температуре 50-53 °С по паспортным данным. Основные экономические показатели производства биологически активных пептидов представлены в таблице 9.

Исходя из продуктового расчета продукции из 1 тонны семян амаранта получено 108,19 кг биологически активных пептидов. При выращивании 300 тонн семян амаранта в год и получении из него биологически активных

пептидов себестоимость 1 кг пептидов составляет 69232 сумов, цена свободной реализации 1 кг продукции составляет 144739 сумов, ожидаемая годовая прибыль производственного цеха - 1947420 тысяч сумов.

Таблица 9

Основные экономические показатели

№	Показатели	Изм.	По проекту
1	2	3	4
1	Годовая производительность продукции а) в натуральном выражении б) стоимость товарной продукции	кг тыс. сум	32457 4697825,13
2	Себестоимость 1 единицы готовой продукции	тыс. сум/кг	69,23
3	Годовая себестоимость продукции (32457 кг)	тыс. сум	2247066,72
4	Цена свободной продажи продукции	тыс. сум/кг	144,739
5	Годовая прибыль	тыс. сум	1947420
6	Рентабельность производства продукции (эффективность %)	%	86,66
7	Средняя зарплата 1 служащего	тыс. сум	5500
8	Средняя зарплата 1 рабочего	тыс. сум	5500
9	Доля материальных затрат в себестоимости продукции	%	8,56

Подобрано технологическое оборудование для получения биологически активных пептидов из 1,5 тонн белков семян амаранта в сутки, на основе выбранного оборудования создана технологическая схема, представленная на рисунке 11.

Семена растения амаранта очищают и опускают в приемный бункер (1), измельчают молотковой дробилкой (2) до размера 0,1 мм, измельченное зерно подается в приемный бункер (3) и через норрии (4) его подают в ферментер (9) для получения пептидных гидролизатов из белков амаранта. Измельченные отруби амаранта смешивают с водой при температуре 50⁰С в соотношении 1:4 в ферментере. К воде в смеси первоначально добавляют ферментный препарат протеиназы в количестве 0,01% от массы зерна. Затем его нагревают при температуре 1⁰С в минуту и повышают до температуры 50-53⁰С. Дают перерыв на 30 минут, чтобы прошел процесс ферментативного гидролиза. Гидролизованные антимикробные, пептидные гидролизаты с антиоксидантными свойствами и остальные соединения подаются в декантатор (6) посредством насоса (5). Пептидные гидролизаты разделяют в декантере, сушат до влажности 12% в лиофильном сушильном оборудовании (7) и фасуют в упаковочном оборудовании (8). Оставшуюся массу перекачивают на дальнейшие технологические процессы для проведения углеводной ферментации и получения амарантового масла.

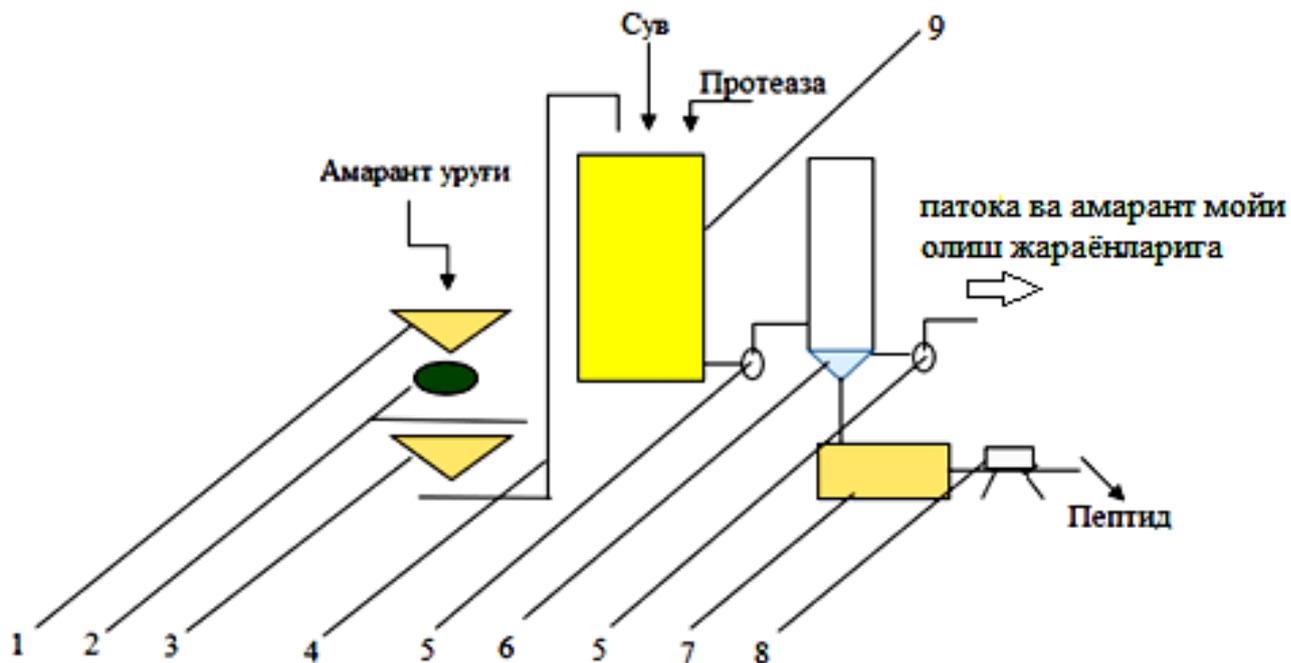


Рис.11. Технология получения биологически активных пептидов в белках семян амаранта.

1-приемный бункер; 2-молотковая дробилка; 3- емкость для молотого зерна амаранта; 4-нория, 5-насосы, 6-декантер; 7-сушилка; 8-упаковочное оборудование; 9-ферментер.

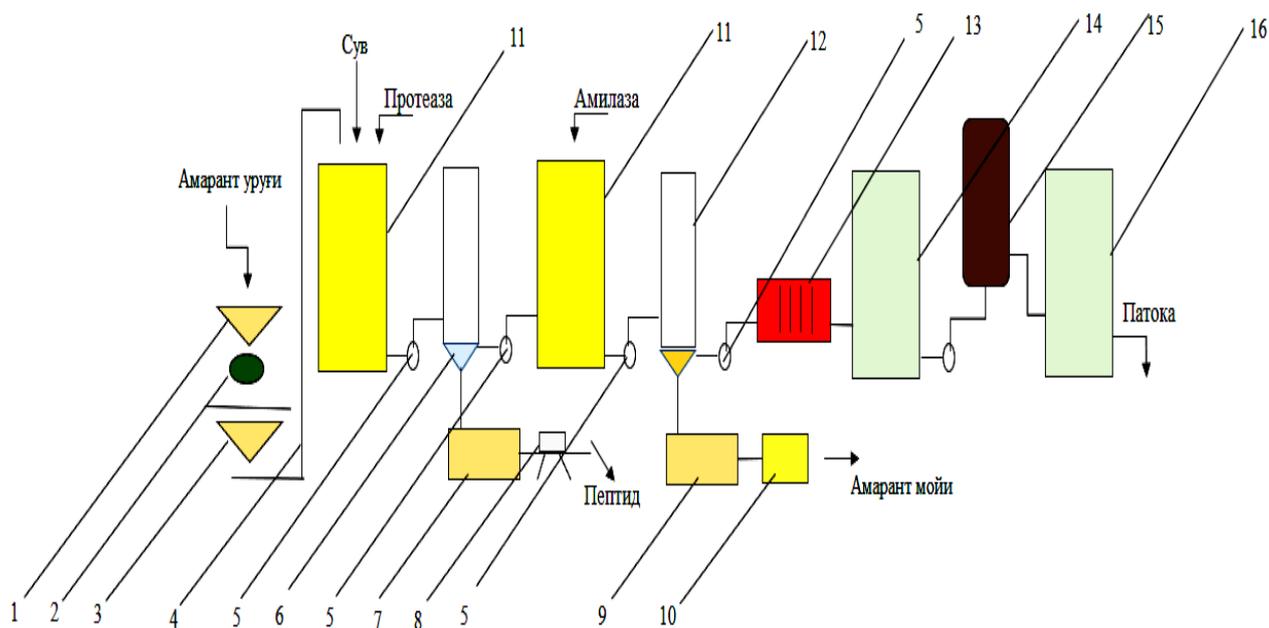


Рис. 12. Технологическая схема переработки семян амаранта.

1-приемный бункер; 2-молотковая дробилка; 3- емкость для молотого зерна амаранта; 4-нория, 5-насосы, 6-декантер; 7-сушилка; 8-упаковочное оборудование; 9-сушилка; 10-экстрактор; 11-ферментеры; 12-резервуар; 13-фильтр; 14-емкость для углеводов гидролизата; 15-вакуумно-выпарное оборудование 16-емкость для патоки.

На основе результата экспериментов и подобранного оборудования создана технология получения биологически активных пептидов из 1,5 тонн семян амаранта в сутки. После получения пептидов из семян амаранта образуется отходная масса, богатая маслом и углеводами. Поскольку эта масса содержит богатое крахмалом и скваленом амарантовое масло, то с помощью амилолитических ферментов и методов экстракции можно получить дополнительно патоку и продукты из амарантового масла. Это, в свою очередь, показало необходимость комплексной переработки семян амаранта. На рис.12. представлена технологическая схема комплексной переработки семян амаранта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые в Хорезмской области при выращивании амаранта сорта «Харьковский» в среднем с 1 га получено 700-750 ц зеленой массы и 4,6-5,4 т семян амаранта, при этом механический анализ выращенного амаранта показал, что зеленая масса головной части составила 17,5% от общей массы, листьев - 24,4%, семян - 6%, стебля - 51,2%, корня - 6,8%, физико-химический анализ - содержание белка 9-11%, жира до 6,9% по отношению к сухой массе, основная доля жирных кислот в масле приходится на линоленовую кислоту (34,5 %), олеиновую кислоту (33%), пальмитиновую кислоту (18,5%), количество сквалена в масле составило 8,4-8,6% и содержание токсичных элементов амарантовых семян соответствовали показателям пп.4.1. СанПиН 0366-19 «Гигиенические нормативы безопасности пищевой продукции».

2. Из семян амаранта методом экстракции экстрагировали водорастворимые (альбумины), солерастворимые (глобулины) и спирторастворимые (глутелины) белки. Обнаружено, что скорость гидролиза выделенного нейтральной протеиназой глутелина в 2-3 раза выше, чем у других белков. Степень гидролиза белков за 120 минут составила 2,16 мкмоль/мл по глутелину, 1,08 мкмоль/мл по альбумину и 0,97 мкмоль/мл по глобулину. Константа Михаэлиса фермента нейтразы по отношению к глутелину и альбумину составила 14,3 мг/мл, а по отношению к глобулину - 10,0 мг/мл. Установлено, что нейтральная протеиназа обладает высокой специфичностью гидролиза белков глутелина семян амаранта по сравнению с другими белками.

3. pH 6-7, температура 45-55 °C оказались оптимальными условиями для гидролиза семян амаранта ферментом протеазой (Нейтраз 0,8л).

4. Установлено, что пептиды, полученные на основе белков семян амаранта, обладают антиоксидантными, противомикробными свойствами в отношении бактерий *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* и *Bacillus subtilis*, молекулярная масса полученных пептидов составляет 7-16 кДа, содержание токсичных элементов соответствует показателям пп. 9.1 СанПиН «Гигиенические нормативы безопасности пищевой продукции».

5. Создана технология получения крахмальной патоки и амарантового масла, богатого скваленом, путем переработки семян амаранта из белков с

помощью протеолитических ферментов в оптимальных условиях и из углеводов вторичных отходов – с помощью амилолитических ферментов.

б. Установлено, что при получении 108,19 кг биологически активных пептидов из 1 тонны семян амаранта, выращивании 300 тонн семян амаранта и экстракции из них биологически активных пептидов, себестоимость 1 кг пептидов составляет 69232 сум, цена свободной реализации продукта - 144739 сум/кг. Ожидаемая прибыль определена в размере 1947420 тыс. сум.

SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES

DSc 03/30.12.2019.T.04.01 AT

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

TASHKENT CHEMICAL-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

SHARIPOV POLVON RUZMATOVICH

**CREATION OF A TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF
BIOLOGICALLY ACTIVE PEPTIDES BASED ON AMARANTH PROTEIN**

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

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

Tashkent- 2024

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered in the Supreme Attestation Commission under the Minister of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan for B2021.4.PhD/T2469.

The dissertation has been carried out at Tashkent chemical-technological Institute, Urgench state university.

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

Scientific supervisor:

Khasanov Khasan Tursunovich
Candidate of biological sciences, dotsent

The official opponents:

Serkaev Kamar Pardaevich
Doctor of Technical Sciences, dotsent

Karshiev Talib Ovlaevich
Candidate of biological sciences, dotsent

The leading organization:

Tashkent State Technical University

The defense of the dissertation will take place « 30 » 10 2024 at 9⁰⁰ hours at the meeting of Scientific Council DSc.03/30.12.2019. T.04.01 at Tashkent chemical-technological institute. (Address: 100011, Tashkent, Shayhontohur region, A.Navoi Street 32, Tel.: (99871) 244-79-20, Fax: (99871) 244-79-17, e-mail: tkti_info@edu.uz). Conference hall of the Tashkent chemical-technological institute.

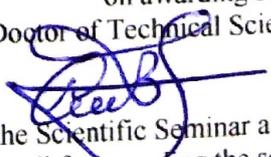
The dissertation has been registered at Informational Resource Centre of the Tashkent chemical-technological institute under № 788 (Address: 100011, Tashkent, Shayhontohur region, A.Navoi Street 32, Tel.: (99871) 244-79-20).

The abstract of the dissertation has been distributed on « 7 » 10 2024.
Protocol at the register № 488 dated « 7 » 10 2024.




S.M. Turobjonov
Chairman of the Scientific Council
forawarding scientific degree,
Doctor of Technical Sciences, Professor


X.I. Khadirov
Scientific Secretary of the Scientific Council
on awarding scientific degree,
Doctor of Technical Sciences, Professor


Q.P. Serkaev
Chairman of the Scientific Seminar aunder Scientific
Council for awarding the scientific degree,
Doctor of Technical Sciences, dotsent

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work create a technology for producing biologically active peptides based on amaranth protein.

The object of the research work are amaranth of the Kharkov variety, grown in the Khorezm region, neutral proteinase (Neutrase 0.8L, Novozymes, Denmark), α -amylase (Thermolase 800L, Enzymbioproduct LLC, Russia), amaranth peptide, amaranth molasses, and amaranth oil.

The scientific novelty of the research is as follows:

mechanical, physicochemical and safety parameters of amaranth grown in Khorezm conditions were determined;

it was proven that the enzyme Neytrase 0.8L, among the water-, salt- and alcohol-soluble proteins of amaranth isolated from amaranth seeds, exhibits the highest specificity with respect to the globulin protein;

it was established that pH 6-7, temperature 45-55 0C turned out to be optimal conditions for the hydrolysis of amaranth seeds by the enzyme protease (Neytrase 0.8L);

it was proven that peptides with a molecular weight of 7-16 kDa, obtained from amaranth seed proteins, have high antioxidant activity with respect to the oxidation of (+)-catechin, antimicrobial properties with respect to the bacteria *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus auerus*, *Bacillus subtilis*;

It was determined that the content of toxic elements in the obtained peptides corresponds to the indicators of paragraph 9.1. SanPiN 0366-19 “Hygienic standards for food safety”.

Introduction of the research results.

The following results were obtained when implementing the research results of the enzymatic treatment technology of amaranth seeds:

the technology for obtaining protein hydrolysates and molasses products from amaranth seeds was put into production at Standard Sweet LLC (certificate No. 05/06-02-654 dated August 12, 2024, of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan). As a result, protein hydrolysates with high antimicrobial activity against microorganisms *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* and molasses products of quality that meets the requirements of GOST 33917-2013 were obtained;

the technology for brewing beer by adding protein hydrolysates from amaranth seeds and molasses products was put into production at Mekhnat Pivo LLC (certificate No. 05/06-02-654 dated August 12, 2024, of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan). As a result, this made it possible to produce brewing products whose quality meets the requirements of GOST 31711-2012.

The structure and volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of references and applications. The work is set out on 119 pages of typewritten text, includes 23 figures and 27 tables.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLICATIONS

I бўлим (I часть; part I)

1. Шарипов П.Р. Хасанов Х.Т. Комплексная переработка семян амаранта с использованием гидролитических ферментов // Universum: Технические науки электрон. научн. журн. Москва, – 2021, – № 1(82_2). –С. 44-48 (02.00.00, №1).

2. Шарипов П.Р. Хасанов Х.Т. Гидролитик ферментлар асосида амарант уруғини комплекс қайта ишлаш // Xorazm ma'mun akademiyasi axborotnomasi: илмий журнал. Хива, –2021, – №3. –Б. 72-76 (03.00.00, №12).

3. Шарипов П.Р. Хасанов Х.Т. Антимикробная активность пептидов полученных из белков семян амаранта и других продуктов переработки амарантового зерна // Universum: Технические науки электрон. научн. журн. Москва, – 2022, – №5(98_7). –С. 19-24 (02.00.00, №1).

4. Шарипов П.Р. Хасанов Х.Т. Физико-химический анализ амарантового масла // "Central Asian Food engineering and technology" xalqaro, elektron (online) jurnali. -2024, -24/1, -volume 2, -issue 1, -Б.97-100 (02.00.00. ОАК Rayosatining 2023 yil 28 fevraldagi 333/5-son qarori).

5. Шарипов П.Р. Хасанов Х.Т. Применение пептидных антиоксидантов из белков семян амаранта для стабилизации красных столовых вин // "Central Asian Food engineering and technology" xalqaro, elektron (online) jurnali. - 2024, - 24/3, -volume 2, -issue 3, -Б.64-67 (02.00.00. ОАК Rayosatining 2023 yil 28 fevraldagi 333/5-son qarori).

II часть (II бўлим; part II)

6. Шарипов П.Р. Экономическая эффективность извлечения биологически активных пептидов из семян амаранта // БГТУ 2024: Материалы докладов 88-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов 29.01-16.02.2024, Минск, -2024, -С. 190-193.

7. Sharipov P.R., Khasanov Kh.T. Obtaining antioxidant peptides and sugary substances from amaranth seeds // ICARHSE: International conference on advance research in humanities, applied sciences and education. USA, –2022, –05. –pp.447-452.

8. Шарипов П.Р. Хасанов Х.Т. Получение амарантового масла и патоки при комплексной переработке амарантового зерна // TECH-FEST-2022: International multidisciplinary conference hosted from manchester, ENGLAND, –2022, –05. – pp.197-199.

9. Sharipov P.R., Xasanov X.T. Xorazm viloyatida yetishtirilgan amarant o'simligini kompleks qayta ishlashdagi tadqiqotlar // TKTI 2023: «O'zbekistonda vinochilik va sanoat uzumchiligi sohasining muammolari va ularning innovatsion yechimlari» Respublika ilmiy-texnikaviy konferensiya ilmiy ishlar to'plami, Toshkent, –2023, –B.58-59.

10. Sharipov P.R., Xasanov X.T. Amaranat urug'idan biologik faol peptidlar olish texnologik sxemasini takomillashtirish // TKTI 2023: «O'zbekistonda vinochilik va sanoat uzumchiligi sohasining muammolari va ularning innovatsion yechimlari» Respublika ilmiy-texnikaviy konferensiya ilmiy ishlar to'plami, Toshkent, –2023, – B.60-61.

11. Шарипов П.Р. Хасанов Х.Т. Получение антимикробных пептидов из белков семян амаранта // TKTI 2021: Kimyo va oziq-ovqat mahsulotlarining sifati va xavfsizligini ta'minlashda innovatsion texnologiyalar, Urganch, –2021, –B.195.

12. Хасанов Х.Т. Шарипов П.Р. Амарант уруғини ферментли комплекс қайта ишлаш тажрибалари ва натижалари // UrDU 2021: Mahalliy hom ashyolar va ikkilamchi resurslar asosidagi innovatsion texnologiyalar, Urganch, –2021, –B.402.

13. Sharipov P. R. Madraximova M.K. (laborant) Talabalar: Haydarov B.J. Masharipov Ya.Sh. Pivo ishlab chiqarish jarayonida amaranat urug'i kunjarasidan foydalanishning optimal parametrlarini o'rganish // NAMDU 2019: Meva-sabzavotlarni yetishtirish, qayta ishlash va sotishning marketing strategiyasini ishlab chiqish, Namangan, –2019, –B.22-26.

Avtoreferat "Kimyo va kimyo texnologiyasi" jurnali tahririyatida tahrirdan o'tkazilib, o'zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o'zaro muvofiqlashtirildi.

Bosmaxona litsenziyasi:



9338

Bichimi: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» garniturası.
Raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i: 3,5. Adadi 100 dona. Buyurtma № 39/24.

Guvohnoma № 851684.
«Tipograff» MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.
Bosmaxona manzili: 100011, Toshkent sh., Beruniy ko‘chasi, 83-uy.