

Жанибек Серикбекович Есимбеков – PhD., ассоциированный профессор, Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан; e-mail: ezhanibek@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8556-9954>.

Бактыбала Кабылтайкызы Кабдылжар – PhD., старший научный сотрудник; Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан; e-mail: baktybala.20@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7935-0182>.

Авторлар туралы мәліметтер

Дамир Кайратович Дукенбаев* – «Биоинженерлік жүйелер» кафедрасының докторанты; Шәкәрім университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: Da_mir.1991@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4197-9133>.

Айтбек Калиевич Какимов – техника ғылымдарының докторы, «Биоинженерлік жүйелер» кафедрасының профессоры, Шәкәрім университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: bibi.53@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9607-1684>.

Ануарбек Казезович Суйчинов – PhD., қауымдастырылған профессор; «Қазақ өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС-нің Семей филиалы, Қазақстан Республикасы; e-mail: asuychinov@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4862-3293>.

Жанибек Серикбекович Есимбеков – PhD., қауымдастырылған профессор; «Қазақ өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС-нің Семей филиалы, Қазақстан Республикасы; e-mail: ezhanibek@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8556-9954>.

Бактыбала Кабылтайкызы Кабдылжар – PhD., аға ғылыми қызметкер; «Қазақ өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС-нің Семей филиалы, Қазақстан Республикасы; e-mail: baktybala.20@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7935-0182>.

Information about the authors

Damir Dukenbaev* – doctoral student of the Department of Bioengineering Systems; Shakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: Da_mir.1991@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4197-9133>.

Aitbek Kakimov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Bioengineering Systems», Shakarim University, Republic of Kazakhstan; e-mail: bibi.53@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9607-1684>.

Anuarbek Suychinov – PhD, Associate Professor; Semey Branch of JSC «Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry», Republic of Kazakhstan; e-mail: asuychinov@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4862-3293>.

Zhanibek Yessimbekov – PhD, Associate Professor; Semey Branch of JSC «Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry», Republic of Kazakhstan; e-mail: ezhanibek@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8556-9954>.

Baktybala Kabdylzhar - PhD, Senior Researcher; Semey Branch of JSC «Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry», Republic of Kazakhstan; e-mail: baktybala.20@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7935-0182>.

Поступила в редакцию 24.09.2025

Поступила после доработки 13.10.2025

Принята к публикации 13.10.2025

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-4\(20\)-46](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-4(20)-46)

FTAXP: 65.09.03; 65.09.30



Л.А. Мурат*, Ә.Б. Қиықбай, Д.К. Айтмухамбетов, Г.Х. Оспанкулова

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Жеңіс даңғылы, 62

*e-mail: linaraazamatkyzy@mail.ru

СОЯ ЖӘНЕ БҰРШАҚ АҚУЫЗ ИЗОЛЯТТАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ-ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Аңдатпа: Зерттеуде соя және бұршақ ақуыз изоляттарының құрылымдық-функционалдық қасиеттері салыстырмалы түрде талданды. SPI және PPI үлгілерінің ақуыз фракцияларының құрамы мен құрылымы, коллоидтық-физикалық қасиеттері (ζ -потенциал, электрофоретикалық жылжымалылық, бөлшек мөлшері, электрөткізгіштік), жылулық тұрақтылығы (DSC талдауы) және

ақуыздық профилі (SDS-PAGE) қарастырылды. Нәтижелерге сәйкес, SPI жоғары жылулық тұрақтылықпен және тығыз гельдік құрылымдар түзу қабілетімен ерекшеленеді, ал PPI ұсақ бөлшек мөлшерімен және жоғары дисперсиясымен сипатталады, бұл оған эмульгирлеу қасиеттерінің жоғарылығын қамтамасыз етеді. Зерттеу нәтижелері SPI мен PPI-ді тағам өнеркәсібінде мақсатты пайдалану қажеттілігін және олардың комбинациясы арқылы өнімдердің оңтайлы функционалдық қасиеттеріне қол жеткізу мүмкіндігін айқындайды.

Нәтижелер соя изолятының жоғары термиялық тұрақтылыққа ие екенін және тығыз гельдік құрылымдар түзу қабілеті басым екенін көрсетті. Ал бұршақ ақуызы изоляты ұсақ дисперстілігімен және жоғары эмульгирлеу қасиеттерімен ерекшеленді. Зерттеу қорытындылары SPI мен PPI-ді тағам өнімдерінің әртүрлі түрлерінде мақсатты түрде қолданудың тиімділігін және оларды біріктіре пайдалану арқылы өнімдердің функционалдық қасиеттерін оңтайландыру мүмкіндігін дәлелдейді.

Түйін сөздер: соя ақуызы изоляты, бұршақ ақуызы изоляты, функционалдық қасиеттер, коллоидтық тұрақтылық, жылу тұрақтылығы, SDS-PAGE.

Кіріспе

Соңғы жылдары өсімдік текті ақуыздарға қызығушылықтың жаһандық өсуі тұтынушылардың талғамының өзгеруімен және экологиялық тұрғыдан тұрақты қорек көздеріне ұмтылысымен түсіндіріледі. Өсімдік ақуыздары жоғары тағамдық құндылығы, функционалдық қасиеттері және өндірістің салыстырмалы түрде төмен экологиялық ізі арқасында жануар текті ақуыздарға балама ретінде қарастырылады [1]. Ақуыз изоляттарын алуға арналған шикізаттардың ішінде соя (Glycine max) мен бұршақ (Pisum sativum) бастапқы материалдағы ақуыздың жоғары концентрациясына (шикізатта 25-35% дейін) және өңдеу технологияларының дамуына байланысты ерекшеленеді. Соя ақуызы изоляты (SPI) теңгерімді аминқышқылдық құрамы мен функционалдық сипаттамаларының арқасында тағам өнеркәсібінде (тофу, соя сусындары, текстураланған ет аналогтары және т.б.) кеңінен қолданылады [2]. Бұршақ ақуызы изоляты (PPI) соңғы жылдары гипоаллергенді әрі ГМА-сыз ингредиент ретінде назар аудартып, жаңа функционалдық өнімдер мен глютенсіз рецептурларды жасауға перспективалы деп саналады [3]. Кейбір өңірлерде тұтынушылардың 22%-ға дейінгі бөлігі соя өнімдерінен аллергиялық қауіптену себебінен бас тартатыны атап өтілген [4], сондықтан PPI маңызды балама ретінде көрінеді. Болжамдарға сәйкес, алдағы жылдары бұршақ ақуызына негізделген ингредиенттердің әлемдік нарығы жылына шамамен 13%-ға өседі [5], бұл PPI қасиеттерін зерттеудің өзектілігін айқындайды.

SPI мен PPI-дің құрылымдық-функционалдық сипаттамаларын зерттеу мақсатты қасиеттері бар тағам өнімдерін әзірлеу үшін шешуші мәнге ие. Негізгі ақуыз фракцияларының құрамы мен құрылымын, коллоидтық қасиеттерін (дисперсия тұрақтылығы, заряд, бөлшек мөлшері), жылу тұрақтылығын және функционалдық көрсеткіштерін салыстыру әр изоляттың артықшылықтары мен шектеулерін айқындауға мүмкіндік береді. Осы жұмыстың мақсаты – соя және бұршақ ақуыз изоляттарының коллоидтық-физикалық параметрлерін тағамдық технологиядағы қолданылуын ескере отырып, термиялық тұрақтылығын және ақуыздық профилін салыстырмалы түрде талдау.

SPI мен PPI-дің құрылымдық ерекшеліктері

Соя және бұршақ изоляттары – құрғақ заттағы ақуыз мөлшері 85-90%-ды құрайтын жоғары концентрациялы ақуыз изоляттары болып табылады және өсімдік тектес глобулиндік ақуыздар тобына кіреді [6, 7]. SPI негізін екі глобулин тобы құрайды: 7S (β -конглицинин) және 11S (глицинин); олар молекулалық массасы мен субъединицалық құрылымы бойынша ерекшеленеді [9]. Бұршақ изолятында ұқсас ақуыз фракциялары – 7S (вицилин) және 11S (легумин) басым [6]. Бұл фракциялардың арақатынасы өзгермелі: мысалы, бұршақ ақуызында көбіне 7S-фракциясының (вицилиннің) үлесі жоғары; ол цистеин қалдықтарын қамтымайды [10], сондықтан молекулааралық дисульфидті байланыстар түзе алмайды. Ал 11S-фракциялар (содадағы глицинин және бұршақтағы легумин) қышқыл және негізгі полипептидтерден тұрады және олар дисульфидті көпіршелер арқылы байланысқан, бұл олардың гель түзуші қабілетіне әсер етеді [9][10]. Аминқышқылдық құрамы да ерекшеленеді: бұршақ ақуызы, әдетте, соямен салыстырғанда күкіртті аминқышқылдарын (метионин мен цистеинді) төменірек мөлшерде қамтиды [10], дегенмен екі изолят та аминқышқылдарының негізгі жиынтығы бойынша толыққанды және жоғары сіңімділікке ие.

Изоляттарды алудың дәстүрлі технологиясы ақуыздарды сілтілі ортада экстракциялауды және кейінгі изоэлектрлік тұндыруды қамтиды. Мұндай «дымқыл» тәсіл өнімнің жоғары тазалығына қол жеткізуді қамтамасыз етеді, бірақ ақуыздардың ішінара денатурациясына әкелуі мүмкін. Баламалы тәсілдер, мәселен тұзды экстракция әдісі немесе реактивтер қолданбайтын жұмсақ фракциялау, ақуыздардың нативті қасиеттерін сақтау мақсатында зерттеліп келеді [12]. Мәселен, ұнтақтау мен ауа ағынымен бөлуге негізделген құрғақ фракциялау әдісі бұршақ ақуыз концентраттарын ерігіштігі мен функционалдық қасиеттерін сақтай отырып, энергия шығынын азайтуға және ағынды сулардың түзілуін болдырмауға мүмкіндік береді [12]. Экстракция әдістерін жетілдірудің келесі бағыты – әртүрлі тағамдық қолдануларға арналған, мақсатты құрылымдық және технологиялық сипаттамалары бар ақуыз изоляттарын алу болып табылады.

Коллоидтық қасиеттер және тұрақтылық

Ақуыз изоляттарының функционалдық қасиеттері олардың су жүйелеріндегі әрекетіне – ерігіштігіне, беткі зарядына және дисперсияларды тұрақтандыру қабілетіне – айтарлықтай тәуелді. Бейтарап рН-та екі жүйе де орташа теріс ζ -потенциал мәніне (шамамен $-10 \dots -20$ мВ) ие, бұл коллоидтардың шектеулі электростатикалық тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Воуе және авторластарының мәліметтері бойынша [8], дөңді-бұршақ тұқымдастар изоляттарының су ұстау қабілеті (СҰҚ) мен ерігіштігі белгілі бір шектерде өзгереді: бұршақ ақуызының көрсеткіштері сояға қарағанда сәл төмен, бірақ салыстырмалы деңгейде қалады. Изоэлектрлік нүктенің ($pI \approx 4,5$) бейтарап мәнге жақындығы салдарынан соя және бұршақ изоляттарының ерігіштігі қышқыл ортада айтарлықтай төмендейді, бұл ақуыз молекулаларының агрегациясына және эмульсиялардың қабатталуына әкелуі мүмкін [8]. Ал сілтілі ортада ($pH > 7$) ақуыз молекулаларының зарядының артуы мен электростатикалық тебілу күштерінің күшеюіне байланысты ерігіштік күрт жоғарылайды.

Коллоидтық тұрақтылыққа изолятты алу тәсілі де маңызды ықпал етеді. «Жұмсақ» әдістер ақуыздың табиғи қасиеттерін сақтауға мүмкіндік береді: мысалы, зертханалық жағдайда алынған PPI үлгілері кейбір коммерциялық PPI-лерге (10%-дан төмен) қарағанда әлдеқайда жоғары ерігіштік ($\approx 65-70\%$) көрсете алады; бұл өндірістік кептіру кезіндегі денатурациямен байланысты [7]. Sarsa және авторластар [13] изоэлектрлік тұндырудың орнына тұзды экстракцияны қолдану бұршақ изоляттарының ерігіштігі мен эмульгирлеу қабілетін арттыратынын көрсетті. Демек, экстракция мен кейінгі өңдеу шарттарын таңдау SPI және PPI-дің коллоидтық-физикалық параметрлерін басқаруға мүмкіндік береді.

Жылу тұрақтылығы (DSC-талдау)

Өсімдік ақуыздарының термиялық тұрақтылығы негізгі фракциялардың денатурация температураларымен және осы үдерістің энергиясымен сипатталады. Жалпы, соядағы 11S глицинин 7S фракциясына қарағанда жоғары денатурация температурасына ие, ал бұршақтың 11S леугуминінің температурасы төменірек деп саналады [9]. Әдебиетте бұршақ изоляттарының денатурациясы сояға қарағанда сәл төмен температурада басталатыны келтіріледі: PPI үшін $\approx 88-95$ °C және SPI үшін 100 °C-тан жоғары мәндер [11]. Сонымен қатар, PPI-дің денатурация энтальпиясы (ΔH) әдетте төменірек болады, бұл оның ақуыздық құрылымдарын тарқату үшін талап етілетін энергияның аздығын көрсетеді. Жылулық қасиеттер бастапқы өңдеуге де тәуелді: қайталама қыздыру немесе жоғары қысым денатурация температураларын төмендетуі мүмкін. Utsumi және Kinsella-ның классикалық зерттеулері [9] соя ақуызының жеке фракциялары (7S және 11S) жылулық денатурацияға және гель түзуге төзімділігі бойынша айырмашылыққа ие екенін көрсетті: 11S глобулин қайтымсыз құрылымдық өзгерістер үшін жоғарырақ температураны талап етеді. Бұл SPI-дің PPI-ге қарағанда жоғары термостабильдігі туралы жалпы тенденцияны растайды. Алайда тұздардың болуы немесе аралас жүйелерде (мысалы, полисахаридтер қатысында) критикалық температуралар ығысуы мүмкін, сондықтан тура салыстыру тек стандартталған жағдайда орынды. Жалпы алғанда, изоляттардың қыздыру кезіндегі реакциясын және құрылымдық өзгерістерін түсіну пастерлеу мен экструзия сияқты термоөңдеу процестерінде олардың технологиялық жарамдылығын бағалау үшін маңызды.

Ақуыздық профиль (SDS-PAGE)

Денатурлейтін геледегі электрофоретикалық талдау (SDS-PAGE) изоляттардың негізгі ақуыздық компоненттерін айқындауға және олардың құрылымы туралы жанама ақпарат алуға мүмкіндік береді. SPI электрофореграммасында әдетте 7S β -конглицининге ($\sim 52-60$ кДа, тримерлер) және 11S глицининің субъединицаларына тән жолақтар көрінеді: қышқыл α -

тізбектер (~35 кДа) және негізгі β -тізбектер (~20 кДа) [9]. Бұршақ изолятында 7S вицилинге тән (~50-60 кДа, дисульфидтік байланыссыз тример) және 11S легуминнің қышқыл (~40 кДа) және негізгі (~20 кДа) тізбектеріне сәйкес жолақтар тән [6]. PPI-де бастапқы сортқа қарай ~70 кДа аймағында конвицилин фракциясы көрінуі мүмкін [6]. Жоғарыда айтылғандай, вицилин молекуласының цистеинді қамтымауы оның S-S-көпірлер арқылы полимерленуін шектейді [10]. Керісінше, соя глицинині мен бұршақ легумині жұп SH-топтарының болуы арқасында молекулааралық тігілулер түзе алады, бұл олардың гель түзу қабілетіне үлес қосады. Осылайша, электрофорез нәтижелері SPI мен PPI-дің негізгі ақуыздық компоненттер жиынтығы ұқсас екенін, ал айырмашылықтардың негізінен фракциялар арақатынасы мен олардың құрылымдық ерекшеліктеріне қатысты екенін айқындайды. Жалпы, бұршақ изолятында 7S (вицилин) үлесінің көбірек болуы оның эмульгирлеу қасиеттерін күшейтеді [6], ал соя изолятындағы 7S/11S-тің теңгерімді қатынасы функционалдық сипаттамалардың «әмбебаптығын» қамтамасыз етеді [9].

Изоляттарды функционалды қолдану

Аталған қасиеттердің жиынтығы SPI мен PPI-дің тағамдық технологияларда кеңінен қолданылуын қамтамасыз етеді. SPI дәстүрлі түрде эмульгатор, көбік түзгіш және текстурлаушы ретінде қолданылады. Ол суды және майды тиімді байланыстырып, тұрақты эмульсиялар түзе алады және қыздыру кезінде тығыз гелдер қалыптастырады, бұл шұжық өнімдерінде, ет және сүт баламаларында, кондитерлік өнімдерде көрініс табады. Бірқатар функционалдық көрсеткіштері (ерігіштік, эмульгирлеу және көбік түзу қабілеті) бойынша бұршақ изоляты соядан кем түспейтіні көрсетілген [11]. Дегенмен, бұршақ ақуызының гель түзу қабілеті, әдетте, төменірек: берік гель алу үшін қатаңырақ қыздыру шарттары немесе айқастырғыш агенттер қажет болуы мүмкін [14]. Мысалы, Shand және авторлар [14] PPI-дің термиялық индуцирленген гелдерінің SPI-ге қарағанда сол жағдайларда беріктігі мен серпімділігі төменірек екенін хабарлайды. Соған қарамастан, эмульгирлеу белсенділігі бойынша PPI жиі соямен салыстырмалы немесе одан да жоғары нәтижелер көрсетеді; бұл межфазалық бетте тез жайылатын 7S-компоненттердің (вицилиннің) молдығымен түсіндіріледі [6]. Мәселен, Baras және т.б. [11] бұршақ және соя изоляттарын салыстырған зерттеуде PPI мен SPI-дің эмульгирлеу қабілеті мен эмульсия тұрақтылығы бір деңгейде екені, ал SPI-дің су ұстағыш қабілеті сәл жоғары екені көрсетілді. Бұған қоса, ақуыздарды алдын ала өңдеу факторлары функционалдық қасиеттерге әсер етеді: нативті құрылымды сақтайтын «жұмсақ» технологиялар (жоғарыда айтылған құрғақ және тұзды фракциялау) ерігіштік пен эмульгирлеуді жақсартуы мүмкін [12, 13]. Екінші жағынан, мақсатты физикалық өңдеу (мысалы, жоғары гидростатикалық қысым, ультрадыбыс) бұршақ изолятында су ұстау мен эмульгирлеуді күшейтіп, молекулалық құрылымды икемдірек етеді [15].

SPI (соя ақуыз изоляттарын) құрылым түзу және ылғалды ұстап тұру талап етілетін өнімдерде – ет баламалары, фарш өнімдері мен ақуыз мөлшері жоғары нан-тоқаш өнімдерінде – қолдану орынды [8]. Ал PPI (бұршақ ақуыз изоляттары) жоғары ерігіштігі мен аллергенсіздігі бағаланатын сусындар, соустар, диеталық және глютенсіз өнімдер рецептураларында тиімді қолданылады [3]. Мысалы, рецептураға PPI енгізу тауық нагетстерінің шығымын және шырындылығын фарштың ылғал байланыстыру қабілетін арттыру есебінен жақсартады [20]. Отандық зерттеулер де әртүрлі өсімдік изоляттарын (соя, бұршақ, күнбағыс, люпин) біріктіріп қолданудың болашағын растайды: олардың өзара толықтыратын функционалдық-технологиялық қасиеттері өнімдердің қажетті консистенциясы мен жоғары қоректік құндылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді [18].

Материалдар мен әдістер

Зерттеу нысандары. Зерттеу объектілері ретінде сілтілі экстракция және кейінгі изоэлектрлік тұндыру арқылы алынған, шашыратпа кептірумен кептірілген коммерциялық соя (SPI) және бұршақ (PPI) ақуыз изоляттары пайдаланылды. Эксперименттер алдында үлгілер 65% салыстырмалы ылғалдылықтағы бөлме температурасында кондицияланды.

Коллоидтық-физикалық көрсеткіштер. Белок дисперсияларының ζ -потенциалы мен электрофоретикалық қозғалғыштығы 25°C, pH 7,0 жағдайында (ақуыз концентрациясы 1%) лазерлік Доплер электрофорезі әдісімен (Zetasizer, Malvern) анықталды. Бөлшектер электр өрісінде қозғалғандағы жылдамдығы бойынша ζ -потенциал (мВ) және қозғалғыштық ($\times 10^{-8}$ м²/В·с) есептелді. Гранулометриялық құрам динамикалық жарық шашырауы (DLS) әдісімен сол құрылымда бағаланып, орташа гидродинамикалық диаметр (Z-average) және өлшемдер

таралуы алынды. 1% суспензиялардың электрөткізгіштігі 20 °C-та кондуктометрмен өлшенді. Барлық өлшемдер үш қайталауда орындалды.

Жылу тұрақтылығы. Дифференциалды сканерлейтін калориметрия (DSC) талдауы TA Instruments құрылғысында 20-140°C температура аралығында жүргізілді. SPI және PPI ұнтақ үлгілері (шамамен 5-10 мг) алюминий ұяшықтарға мықтап жабылып салынып, 2°C/мин жылдамдықпен қыздырылды. Алынған термограмма негізінде денатурацияның басталу температурасы, шың температурасы, аяқталу температурасы және денатурация энтальпиясы (ΔH) анықталды. Температуралық өлшеу дәлдігі индий үлгісі арқылы тексерілді.

Электрофорез (SDS-PAGE). Белоктық профильдер Laemmli әдістемесі бойынша SDS-PAGE арқылы талданды. Үлгілер β -меркаптоэтанол қатысындағы тотықсыздандыру жағдайында дайындалып, 12% акриламидтік градиент геліне енгізілді. Электрофорез тұрақты токта бояу фронты гель түбіне жеткенге дейін жүргізілді. Гель кумасси G-250-мен боялды; молекулалық массалар Precision Plus (Bio-Rad) маркері бойынша денситометрленді. Фракциялар әдебиет деректеріндегі негізгі соя және бұршақ ақуыз субъединицаларының молекулалық массаларына сәйкес сәйкестендірілді.

Нәтижелер және талқылау

Изоляттардың коллоидтық-физикалық қасиеттері

Бейтарап су дисперсияларында екі изолят та негізінен электростатикалық тебілу және гидратация есебінен тұрақтандырылған зарядталған бөлшектер түзеді. SPI-дің өлшенген ζ -потенциалы (–14,0 мВ) PPI-ден (–10,4...–12,6 мВ) біршама теріс болды, бұл соя ақуызының коллоидтық тұрақтылығының сәл жоғары екенін көрсетеді. Бұл мәндер модулі бойынша орташа тұрақтылық аймағына ($|\zeta| \approx 10\text{--}15$ мВ) жатады, мұнда уақыт өте баяу агрегация мүмкін [1]. Біздің деректер әдебиетпен үйлеседі: мысалы, Zhang және т.б. рН 7 кезінде көптеген өсімдік изоляттарының ζ -потенциалы шамамен –10 мВ болатынын және жеткілікті тұрақтылыққа тек күштірек зарядта немесе стабилизаторлар қосылғанда жететінін хабарлайды [1]. Электрофоретикалық қозғалғыштықтың модулі де SPI-де жоғарырақ болды ($-1,10 \times 10^{-8}$ м²/В·с қарсы PPI үшін $-0,85 \times 10^{-8}$ м²/В·с).

Орташа гидродинамикалық өлшемдері айтарлықтай ерекшеленді: SPI ірілеу агрегаттар (312,8-421,3 нм) түзсе, PPI үшін бөлшек өлшемдері анағұрлым кіші (87,1-203,2 нм) болды. Болжам бойынша, бейтарап рН-та бұршақ ақуыздары молекулааралық байланыстар мен ассоциацияларды азырақ түзіп, дисперстілігі жоғарырақ жүйе береді. Кіші бөлшек өлшемі әдетте коллоидтық тұрақтылыққа және эмульгирлеу қасиеттеріне пайдалы: ұсақ бөлшектердің шөгуі баяу және эмульсия құрылымы біркелкі. 1% суспензиялардың электрөткізгіштігі екі үлгіде де ұқсас болды (~1,5 мСм/см), бұл ерітінділердің иондық күші мен иондалу дәрежесінің ұқсастығын көрсетеді (кесте 1).

Кесте 1 – Соя (SPI) және бұршақ (PPI) ақуыз изоляттарының коллоидтық-физикалық қасиеттері

Көрсеткіш	SPI	PPI
ζ -потенциал, мВ	–14,0	–10,4...–12,6
Электрофоретикалық қозғалғыштық, $\times 10^{-8}$ м ² /В·с	–1,10	–0,80...–0,95
Электрөткізгіштік, мСм/см	~1,5	~1,5
Орташа бөлшек өлшемі, нм	312,8-421,3	87,1-203,2

Алынған нәтижелердің практикалық мәні мынада: SPI мен PPI коллоидтық тұрақтылық дәрежесі бойынша айырмашылық танытады. Сәл үлкенірек теріс заряд пен ірілеу бөлшектер түзуге бейімділігі бар SPI соустар мен сусындар сияқты дисперстік жүйелерге тұтқырлық пен тығыз құрылым бере алады. Ал PPI ұсақ дисперстілігі арқасында эмульсиялар мен көбік жүйелерін тиімдірек тұрақтандырады, бұл майонездер, кремдер, сусындар сияқты эмульсиялық өнімдер үшін құнды. Бұл деректер Воуе және т.б. [8] хабарлаған су ұстағыш қабілетке қатысты мәліметтерді толықтырады: PPI-дің суды байланыстыруы SPI-ден сәл төмен болғанымен, оның ұсақ бөлшектілігі мен жеткілікті заряды дисперсиялардың тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Сонымен бірге, PPI-дің ерігіштігін арттыру және бөлшек өлшемін кішірейту «жұмсақ» экстракция әдістерімен [13] немесе физикалық өңдеумен (ультрадыбыс, жоғары қысым) мүмкін. Біздің жағдайда коммерциялық PPI-дің өзі қанағаттанарлық дисперстілік пен ζ -потенциал көрсетті; нативті құрылымы көбірек сақталған зертханалық үлгілердің коллоидтық тұрақтылығы бұдан да жоғары болуы ықтимал [7].

Жылу тұрақтылығы (DSC)

DSC талдауы SPI мен PPI-дің жылулық параметрлерінде айқын айырмашылықтар бар екенін көрсетті (термограммалар берілмеген). SPI үлгісінде денатурацияның эндотермиялық шыңы 103,2°C маңында байқалса, PPI үшін негізгі шың шамамен 92,0°C деңгейінде тіркелді. Денатурацияның басталу температурасы (Onset) SPI-де 100,6°C, ал PPI-де едәуір төмен – шамамен 85°C. Аяқталу температуралары да ажыратылады: SPI үшін 109,6°C, PPI үшін 100,0°C. Бұл нәтижелер бұршақ ақуызының нативті құрылымын сояға қарағанда төменірек температурада жоғалта бастайтынын көрсетеді. Денатурация энтальпиясы (ΔH) SPI-де айтарлықтай жоғары (≈ 980 Дж/г), ал PPI-де бағалау бойынша ~ 600 Дж/г; бұл соя глобулиндерінің жоғары реттелген құрылымын бұзу үшін көп энергия қажет екенін білдіреді (кесте 2).

Кесте 2 – Соя (SPI) және бұршақ (PPI) ақуыз изоляттарының жылулық сипаттамалары (DSC деректері)

Параметр	SPI	PPI
Onset, °C	100,6	85,0
Peak, °C	103,2	92,0
Endset, °C	109,6	100,0
Энтальпия ΔH , Дж/г	980,1	~ 600

SPI-дің жоғары термотұрақтылығы әдебиетпен үйлеседі: соя изоляттары 100°C және одан жоғары температураларда да функционалдық белсенділікті ішінара сақтай алады [16]. Wang және т.б. [16] жоғары қысым-температуралық өңдеуден кейін де соя глобулиндерінің гель түзу және эмульгирлеу қабілеттерін ішінара сақтайтынын көрсетті. Бұршақ ақуызы үшін керісінше, $\approx 85-90$ °C маңында леугмин мен вицилиннің қайтымсыз денатурациясы басталып, ерігіштіктің төмендеуіне және тұнбаның түзілуіне әкеледі [11]. Біздің нәтижелер (PPI Peak $\approx 92^\circ\text{C}$, SPI Peak $\approx 103^\circ\text{C}$) осы бақылауларға сай келеді. Температура мәндеріне ақуыз концентрациясы, қыздыру жылдамдығы, орта құрамы әсер ететінін ескерген жөн; алайда жалпы қағида ретінде SPI-дің «қаталдау» термиялық процестерге (стерилизация, пісіру/қақтау, экструзия) лайықтырақ екенін, ал PPI үшін жұмсақ режимдердің орынды екенін айтуға болады.

Ақуыздық профиль (SDS-PAGE талдауы)

SPI және PPI электрофореграммалары олардың құрамындағы соя және бұршақ қорлық белоктарының негізгі жиынтығын растады (гель суреттері берілмеген). SPI-де ≈ 55 кДа аймағындағы жолақтар 7S β -конглицинин тримерлеріне сәйкес келді, ал $\approx 35-40$ кДа және ≈ 20 кДа аймақтарындағы топтар 11S глицининнің қышқыл (α) және негізгі (β) тізбектеріне тән болды. PPI үшін 50-60 кДа диапазонындағы интенсивті жолақтар 7S вицилинге, ал ≈ 40 кДа және ≈ 20 кДа жолақтары 11S леугминнің қышқыл және негізгі тізбектеріне сәйкес келеді (кесте 3).

Кесте 3 – SDS-PAGE бойынша соя (SPI) және бұршақ (PPI) изоляттарындағы негізгі ақуыз фракциялары

Фракция (глобулин)	Молекулалық масса, кДа	Функционалдық рөлі
β -конглицинин (7S, соя)	$\sim 52-60$	Беткі-белсенді ақуыз; эмульгатор, көбік түзгіш
Глицинин, қышқыл тізбектер (11S, соя)	$\sim 35-40$	11S гексамердің бөлігі (β -тізбекпен дисульфидтік байланыста); гель беріктігін қамтамасыз етеді
Глицинин, негізгі тізбектер (11S, соя)	~ 20	Қышқыл тізбекпен байланысқан; гель матрицасын қалыптастыруға қатысады
Вицилин (7S, бұршақ)	$\sim 50-60$	PPI-дің негізгі эмульгирлеуші компоненті; көбік пен эмульсия тұрақтылығын қамтамасыз етеді
Леугмин, қышқыл тізбектер (11S, бұршақ)	~ 40	Леугмин құрамына кіреді (негізгі тізбекпен дисульфидтік байланыста); гель түзуге қатысады
Леугмин, негізгі тізбектер (11S, бұршақ)	~ 20	Қышқыл тізбекпен байланысқан; берік геледік тор қалыптастыруға ықпал етеді

SPI-де минорлы 2S альбуминдер (8-15 кДа) іздері болуы мүмкін, бірақ изоляттарда олардың үлесі әдетте мардымсыз. PPI-де ≈ 70 кДа аймағындағы конвицилин (7S-тің үшінші түрі) кейде байқалады, бірақ біздің үлгіде ол әлсіз көрінді. Жалпы анықталған жолақтардың

жиынтығы мен молекулалық массалары әдеби деректермен жақсы сәйкеседі[9][6]. Utsumi және Kinsella [9] 7S/11S қатынасы функционалдық қасиеттерді айқындайтынын атап өтеді: 11S-тің (глицинин) артуы тығыз термогельдер түзу қабілетін күшейтсе, 7S (конглицинин) эмульгирлеу мен көбік түзуге көбірек жауап береді. Біздің байқауларда SPI-дің 7S және 11S фракциялары теңгерімді, бұл оның әмбебаптығын (текстурлау да, эмульгирлеу де) түсіндіреді; ал PPI-де вицилиннің басымдығы оның эмульгирлеу функциясын күшейтеді [6].

Қорытынды

Жүргізілген салыстырмалы зерттеу соя және бұршақ ақуыз изоляттарының құрылымдық-функционалдық қасиеттерінде елеулі айырмашылықтар және бірін-бірі толықтыратын артықшылықтар бар екенін көрсетті. SPI жоғары термотұрақтылығы және 11S глобулиндерінің (глицинин) айтарлықтай үлесіне байланысты берік гелдік құрылымдар қалыптастыру қабілетімен сипатталады. Коллоидтық жүйелерде оның орташа жоғары заряды мен ірілеу агрегат түзуі өнім құрылымын «тығыздауға» мүмкіндік береді. Бұған қарама-қарсы, PPI ұсақ бөлшек өлшемдері мен беткі-белсенді 7S ақуыздарының (вицилин) басымдығы арқасында жоғары эмульгирлеу және көбік түзу қасиеттерін көрсетеді, бірақ термиялық тұрақтылығы төмендеу, сондықтан қыздыру кезінде функционалдық қасиеттері әлсіреуі ықтимал.

Практикалық тұрғыдан алғанда, SPI интенсивті термоөңдеуді (пісіру, стерилизация, экструзия) және тығыз матрица қалыптастыруды талап ететін өнімдер үшін (ет баламалары, котлеттер, шұжық-тәрізді бұйымдар, ақуызы жоғары наубайханалық өнімдер) неғұрлым қолайлы. PPI суық немесе орташа қыздырылатын эмульсиялық-көбік жүйелері (қоспалар, майонездер, коктейльдер, балмұздақ, сусындар) үшін тиімді; оның жоғары ерігіштігі мен гипоаллергендік қасиеті диеталық және глютенсіз өнімдерде артықшылық береді. Бұдан бөлек, соя және бұршақ изоляттарын бір рецептурада ұштастыру синергетикалық әсер береді: SPI су ұстау мен құрылымды күшейтсе, PPI эмульсия/көбік тұрақтылығын жақсартады. Отандық деректер әртүрлі өсімдік изоляттарының кешенді қолданылуы функционалды-технологиялық көрсеткіштерді теңгеруге және мақсатты сапаға қол жеткізуге мүмкіндік беретінін растайды [18].

Әдебиеттер тізімі

1. Effect of pH on physicochemical and functional properties of plant protein isolates / Q. Zhang et al // *Food Hydrocolloids*. – 2021. – Vol. 117. – P. 106693.
2. Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality / A.C.Y. Lam et al // *Food Reviews International*. – 2018. – Vol. 34, № 2. – P. 126-147.
3. Stone A.K. Functional properties of protein isolates from different pea cultivars / A.K. Stone, T.D. Warkentin, M.T. Nickerson // *Food Science and Biotechnology*. – 2015. – Vol. 24, № 3. – P. 827-833.
4. Watson E. Soy protein's popularity declines as consumers cite allergy concerns / E. Watson // *FoodNavigator-USA* (online). – 2019. (дата обращения: 15.09.2025).
5. Крылова О. Мировой рынок горохового протеина: стремительный рост / О. Крылова // *Бизнес Фермер Ингредиенты* (bfi-online.ru). – 2020. (дата обращения: 15.09.2025).
6. The Current Situation of Pea Protein and Its Application in the Food Industry / P. Shanthakumar et al // *Molecules*. – 2022. – Vol. 27, № 16. – P. 5354.
7. Functional Performance of Plant Proteins / K.K. Ma et al // *Foods*. – 2022. – Vol. 11, № 4. – P. 594.
8. Boye J.I. Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation / J.I. Boye, F. Zare, A. Pletch // *Food Research International*. – 2010. – Vol. 43, № 2. – P. 537-546.
9. Utsumi S. Structure – function relationships in food proteins: Subunit interactions in heat-induced gelation of 7S, 11S, and soy isolate proteins / S. Utsumi, J.E. Kinsella // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 1985. – Vol. 33, № 2. – P. 297-303.
10. Profile and functional properties of seed proteins from six pea (*Pisum sativum*) genotypes / M.B. Barac et al // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2010. – Vol. 11, № 12. – P. 4973-4990.
11. Comparative study of the functional properties of three legume seed isolates: Adzuki, pea and soybean / M.B. Barac et al // *Journal of Food Science and Technology*. – 2015. – Vol. 52, № 5. – P. 2779-2787.

12. Dry fractionation for production of functional pea protein concentrates / P.J.M. Pelgrom et al // Food Research International. – 2013. – Vol. 53, № 1. – P. 232-239.
13. Karaca A.C. Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction / Karaca, A.C., N.H. Low, M.T. Nickerson // Food Research International. – 2011. – Vol. 44, № 9. – P. 2742-2750.
14. Physicochemical and textural properties of heat-induced pea protein isolate gels / P.J. Shand et al // Food Research International. – 2007. – Vol. 40. – P. 144-155.
15. Исследование влияния высокого гидростатического давления на функциональные свойства изолята горохового белка / О.В. Чугунова и др. // Новые технологии. – 2023. – Т. 19, № 4. – С. 183-189.
16. Effects of high-pressure treatment on physicochemical and functional properties of soy protein isolates / X.S. Wang et al // Food Hydrocolloids. – 2007. – Vol. 21, № 5. – P. 560-567.
17. Differences in physicochemical properties of high-moisture extrudates prepared from soy and pea protein isolates / H. Wang et al // Food Hydrocolloids. – 2022. – Vol. 128. – P. 107576.
18. Исследование качественных показателей функционально-технологических свойств изолятов растительного белка (соевого, горохового, подсолнечникового и люпинового) // Вестник ВГУИТ. – 2021. – № 4. – С. 115-123.

References

1. Effect of pH on physicochemical and functional properties of plant protein isolates / Q. Zhang et al // Food Hydrocolloids. – 2021. – Vol. 117. – P. 106693. (In English).
2. Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality / A.C.Y. Lam et al // Food Reviews International. – 2018. – Vol. 34, № 2. – P. 126-147. (In English).
3. Stone A.K. Functional properties of protein isolates from different pea cultivars / A.K. Stone, T.D. Warkentin, M.T. Nickerson // Food Science and Biotechnology. – 2015. – Vol. 24, № 3. – P. 827-833. (In English).
4. Watson E. Soy protein's popularity declines as consumers cite allergy concerns / E. Watson // FoodNavigator-USA (online). – 2019. (data obrashcheniya: 15.09.2025). (In English).
5. Krylova O. Mirovoi ryok gorokhovogo proteina: stremitel'nyi rost / O. Krylova // Biznes Fermer Ingredienty (bfi-online.ru). – 2020. (data obrashcheniya: 15.09.2025). (In Russian).
6. The Current Situation of Pea Protein and Its Application in the Food Industry / R. Shanthakumar et al // Molecules. – 2022. – Vol. 27, № 16. – P. 5354. (In English).
7. Functional Performance of Plant Proteins / K.K. Ma et al // Foods. – 2022. – Vol. 11, № 4. – P. 594. (In English).
8. Boye J.I. Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation / J.I. Boye, F. Zare, A. Pletch // Food Research International. – 2010. – Vol. 43, № 2. – P. 537-546. (In English).
9. Utsumi S. Structure – function relationships in food proteins: Subunit interactions in heat-induced gelation of 7S, 11S, and soy isolate proteins / S. Utsumi, J.E. Kinsella // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 1985. – Vol. 33, № 2. – P. 297-303. (In English).
10. Profile and functional properties of seed proteins from six pea (*Pisum sativum*) genotypes / M.V. Barac et al // International Journal of Molecular Sciences. – 2010. – Vol. 11, № 12. – P. 4973-4990. (In English).
11. Comparative study of the functional properties of three legume seed isolates: Adzuki, pea and soybean / M.V. Barac et al // Journal of Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 52, № 5. – P. 2779-2787. (In English).
12. Dry fractionation for production of functional pea protein concentrates / P.J.M. Pelgrom et al // Food Research International. – 2013. – Vol. 53, № 1. – P. 232-239. (In English).
13. Karaca A.C. Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction / Karaca, A.C., N.H. Low, M.T. Nickerson // Food Research International. – 2011. – Vol. 44, № 9. – P. 2742-2750. (In English).
14. Physicochemical and textural properties of heat-induced pea protein isolate gels / P.J. Shand et al // Food Research International. – 2007. – Vol. 40. – P. 144-155. (In English).
15. Issledovanie vliyaniya vysokogo gidrostaticheskogo davleniya na funktsional'nye svoistva izolyata gorokhovogo belka / O.V. Chugunova i dr. // Novye tekhnologii. – 2023. – Т. 19, № 4. – С. 183-189. (In Russian).

16. Effects of high-pressure treatment on physicochemical and functional properties of soy protein isolates / X.S. Wang et al // Food Hydrocolloids. – 2007. – Vol. 21, № 5. – P. 560-567. (In English).
17. Differences in physicochemical properties of high-moisture extrudates prepared from soy and pea protein isolates / H. Wang et al // Food Hydrocolloids. – 2022. – Vol. 128. – P. 107576. (In English).
18. Issledovanie kachestvennykh pokazatelei funktsional'no-tekhnologicheskikh svoystv izolyatov rastitel'nogo belka (soevogo, gorokhovogo, podsolnechnikovogo i lyupinovogo) // Vestnik VGUIT. – 2021. – № 4. – S. 115-123. (In Russian).

Қаржыландыру

Бұл зерттеу ҚР Ауыл шаруашылығы министрлігінің қаржылық қолдауымен, BR22883587 «Қазақстан Республикасының азық-түлік қауіпсіздігін нығайту мақсатында ауыл шаруашылығы шикізатын терең өңдеудің ғылыми сыйымды технологияларын жетілдіру және әзірлеу» бағдарламасы аясында орындалды.

Л.А. Мурат*, Ә.Б. Қиықбай, Д.К. Айтмухамбетов, Г.Х. Оспанкулова

Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина,
010000, Республика Казахстан, г. Астана, проспект Женис, 62
*e-mail: linaraazamatkyzy@mail.ru

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СОЕВЫХ И ГОРОХОВЫХ БЕЛКОВЫХ ИЗОЛЯТОВ

В данной статье представлены результаты сравнительного исследования соевого белкового изолята (SPI) и горохового белкового изолята (PPI) с точки зрения их структурно-функциональных характеристик. Обсуждаются различия в составе и структуре белковых фракций, коллоидно-физические свойства (ζ -потенциал, электрофоретическая подвижность, размер частиц, электропроводность), термическая устойчивость (данные ДСК) и белковый профиль (SDS-PAGE). Показано, что SPI обладает большей термической стабильностью и способен формировать более плотные желеобразные структуры, тогда как PPI характеризуется меньшим размером частиц и высокой дисперсностью, обеспечивая лучшие эмульгирующие свойства. Сделаны выводы о целесообразности дифференцированного применения SPI и PPI в пищевой промышленности и о возможности их комбинирования для достижения оптимальных функциональных характеристик продуктов.

Ключевые слова: соевый белковый изолят, гороховый белковый изолят, функциональные свойства, коллоидная стабильность, термостабильность, SDS-PAGE.

L. Murat*, A. Kiyikbay, D. Aitmuhambetov, G. Ospankulova

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University,
010000, Republic of Kazakhstan, Astana, Zhenis Avenue, 62
*e-mail: linaraazamatkyzy@mail.ru

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF SOY AND PEA PROTEIN ISOLATES

Structural and functional properties of soy and pea protein isolates have been comparatively studied. The composition and structure of protein fractions, colloidal-physical properties (ζ -potential, electrophoretic mobility, particle size, conductivity), thermal stability (DSC analysis), and protein profiles (SDS-PAGE) of SPI and PPI were examined. The results demonstrate that SPI exhibits higher thermal stability and can form denser gel-like structures, whereas PPI is characterized by smaller particle size and higher dispersion, leading to superior emulsifying properties. The findings suggest the need for differentiated application of SPI and PPI in the food industry and indicate that combining these isolates could achieve optimal functional performance in food products.

Key words: soy protein isolate, pea protein isolate, functional properties, colloidal stability, thermal stability, SDS-PAGE.

Авторлар туралы мәліметтер

Линара Азаматқызы Мурат* – «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының докторанты, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: linaraazamatkyzy@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5684-0621>.

Әмірсана Бекмұхаметұлы Қиықбай – аға ғылыми қызметкер, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: Sanabayq@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8866-582X>.

Даулет Какижанович Айтмухамбетов – ауыл шаруашылық ғылымдарының кандидаты, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: daulet-kerei@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8178-3080>.

Гульназым Хамитовна Оспанкулова – биология ғылымдарының кандидаты, «Тамақ және қайта өңдеу өндірістерінің технологиясы» кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: bulashevag@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6043-4658>.

Сведения об авторах

Линара Азаматқызы Мурат* – докторант кафедры «Технологии пищевых и перерабатывающих производств»; Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан; e-mail: linaraazamatkyzy@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5684-0621>.

Әмірсана Бекмұхаметұлы Қиықбай* – старший научный сотрудник, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан; e-mail: Sanabayq@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8866-582X>.

Даулет Какижанович Айтмухамбетов – кандидат сельскохозяйственных наук, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан; e-mail: daulet-kerei@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8178-3080>.

Гульназым Хамитовна Оспанкулова – кандидат биологических наук, и.о. ассоциированного профессора кафедры «Технологии пищевых и перерабатывающих производств»; Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан; e-mail: bulashevag@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6043-4658>.

Author Information

Linara Murat* – Doctoral student at the Department of «Food and Processing Production Technologies», S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan; e-mail: linaraazamatkyzy@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5684-0621>.

Amirsana Kiyikbay –Senior researcher S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan; e-mail: Sanabayq@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8866-582X>.

Daulet Aitmuhambetov – Candidate of Agricultural Sciences, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan; e-mail: daulet-kerei@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8178-3080>.

Gulnazym Ospankulova – Candidate of Biological Sciences, Acting Associate Professor at the Department of «Food and Processing Production Technologies», S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana, Republic of Kazakhstan; e-mail: bulashevag@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6043-4658>.

Редакцияға енуі 22.09.2025

Өңдеуден кейін түсуі 06.10.2025

Жариялауға қабылданды 08.10.2025

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-4\(20\)-47](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-4(20)-47)

IRSTI: 65.47.03



**G.E. Orymbetova^{1*}, E.M. Orymbetov¹, M.K.Kassymova², Z.I. Kobzhasarova²,
B.T. Yeshimbetova²**

¹South Kazakhstan Medical Academy,
160001, Republic of Kazakhstan, Shymkent, 1/1 Al-Farabi square

²M. Auezov South Kazakhstan University,
160012, Republic of Kazakhstan, Shymkent, 5 Tauke-Khan avenue;

*e-mail: orim_77@mail.ru

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING PASTA WITH ADDED PUMPKIN PUREE

Abstract: The production of high-quality products and their balance in the human diet are of great importance. Pasta products are in constant demand in the market. Therefore, the creation of products using non-traditional raw materials in order to increase the nutritional value is relevant. The work proposes a technology for the production of tubular pasta with the addition of non-traditional raw materials – pumpkin