

FTAMP 65.59.31

Я.М. Узаков¹ – негізгі автор, ©
А.Н. Есенгазиева², М.О. Кожახиева³,
Г.К. Кузембаева⁴, М.Ә-А. Қалдарбекова⁵, А.Н. Тортай⁶



¹Техн. ғылым. д-ры, профессор, ²PhD, ассистент-профессор,
^{3,5}PhD, қауымдас. профессор м.а., ⁴Техн. ғылым.канд. қауымдас. профессор,
⁶Докторант

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0001-2878-7170> ²<https://orcid.org/0000-0003-2314-2995>
³<https://orcid.org/0000-0001-5767-5154> ⁴<https://orcid.org/0000-0003-0558-9531>
⁵<https://orcid.org/0000-0002-0103-307X> ⁶<https://orcid.org/0009-0008-0756-2766>



^{1,2,3,4,5,6}Алматы технологиялық университеті,



Алматы қ., Қазақстан



¹aesengazy@bk.ru

<https://doi.org/10.55956/RNQY1919>

ПІСІРІЛГЕН ШҰЖЫҚ ӨНДІРІСІНДЕ АҚУЫЗ ГИДРОЛИЗАТТАРЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа. Планета халқының өсуімен тұрақты азық-түлік жүйелерін дамыту қажеттілігі туындайды. Перспективалы шешімдердің бірі – тағамдық ақуыздардан бөлінетін биоактивті пептидтер. Бұл молекулалар функционалды тағамның ажырамас бөлігі бола алады, қант диабеті, жүрек-қан тамырлары патологиясы және қатерлі ісік сияқты көптеген аурулардың алдын алуға және емдеуге ықпал етеді. Ақуыз гидролизаттарының *in vitro* биоактивті қасиеттері туралы қарқынды зерттеулерге қарамастан, мұндай қосылыстардың тамақ өнеркәсібінде практикалық қолданылуы әлі де жақсы зерттелмеген. Бұл жұмыста гидролизаттарды тамақ өнімдеріне біріктіру мүмкіндіктері қарастырылады, сонымен қатар өңдеу және сақтау жағдайларының олардың қасиеттеріне әсері бағаланады.

Тірек сөздер: пісірілген шұжық, ақуыз гидролизаты, ет өнімдері, пептидтер, функционалды тамақтану.



Узаков, Я.М. Пісірілген шұжық өндірісінде ақуыз гидролизаттарын қолданудың инновациялық әдістері [Мәтін] / Я.М. Узаков, А.Н. Есенгазиева, М.О. Кожახиева, Г.К. Кузембаева, М.Ә-А. Қалдарбекова, А.Н. Тортай // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2025. – №2(88). – Б.24-32.
<https://doi.org/10.55956/RNQY1919>

Кіріспе. Ақуыз гидролизаттары – бұл тамақ протеазаларының әсерінен кейін бөлінетін пептидтердің жиынтығы (мысалы, субтилизин, трипсин, флаворцим, нейтраза, папаин және т.б.). Пептидтер аминқышқылдарының қысқа тізбегі болып табылады, әдетте ұзындығы 2-ден 20 қалдыққа дейін. Тағамдық ақуыздың көзі кез-келген шығу тегі болуы мүмкін (сүт, балық, жәндіктер, көкөністер және т.б.), ал протеазалар бұл процесте, әдетте, микробтық, жануарлардан немесе өсімдіктерден алынуы мүмкін. Протеазаның белсенді орны оның субстрат ерекшелігін, яғни гидролиз жүретін орынды анықтайды [1]. Қолданылатын протеазаны таңдаудың

принципті маңызы бар, өйткені ол гидролиз дәрежесін және бөлінетін пептидтердің профилін анықтайды [2]. Биоактивті пептидтерді алу үшін ақуыздарды таңдауда көптеген факторлар ескеріледі:

- ақуыздың құрамы: әрбір ақуызда белгілі бір реттілікпен байланысқан және белгілі бір құрылымдардың түзілуіне әкелетін белгілі бір аминқышқылдарының мөлшері болады;

- ревалоризация: егер бұл өндірістік процестің жанама өнімі болса (мысалы, сарысу) немесе трансформация арқылы қайта пайдалануға болатын коммерциялық құндылығы жоқ өнім болса (мысалы, балық қалдықтары);

- қоршаған ортаға әсері: азық-түлік өнімін немесе ақуыз көзін өндіру, сондай-ақ ақуыз концентратын немесе изолятты алу үшін қажет болса, оны алу арқылы қоршаған ортаға әсерін ескеру қажет;

- әлеуметтік-экономикалық әсер: мұнда дәстүрлерді ұстану (мысалы, жәндіктерді жеуге құлықсыздық), жануарлардың әл-ауқаты (жануардың орнына өсімдік тағамына көшудің өсіп келе жатқан тенденциясы), еңбек қауіпсіздігі (өндірістегі жарақат), жұмыс орындарын құру (жұмыссыздық деңгейіндегі айырмашылық), жаңа технологияларды дамыту және т.б. [3].

Гидролиз реакциясы пептидтік байланыстардың үзілуінен тұрады, олардың қасиеттері әр пептидті құрайтын аминқышқылдарының қасиеттеріне, сондай-ақ оның тізбектегі орнына байланысты өзгеруі мүмкін әртүрлі өлшемдегі пептидтік тізбектердің бөлінуі [4]. Осылайша, бір субстраттан түзілетін пептидтердің жиынтығы әртүрлі болады және ақуыздың ферментативті өңделуіне байланысты әртүрлі қасиеттерді көрсетеді. Ақуыздардың мұндай модификациясы олардың технологиялық (ерігіштігінің өзгеруіне әкеледі, эмульгирлеуші қабілеттілік және т.б.) және биологиялық қасиеттері, олар туралы кейінірек талқыланады.

Тағамдық деңгейде ақуыздың кішірек пептидтік фрагменттерге ыдырауы оның сінімділігін арттырады [5] және жоғалтуға әкеледі антигенділік, иммунореактивтілікті төмендете отырып нативтік ақуыз [6]. Қосымша артықшылығы мынада, егер реакция шарттары орындалса (қалыпты температура, әдетте 40-тан 60°C-қа дейін және рН, шамамен 7-9) тағамдық құндылығы жоғалмайды, бұл негізінен алмастырылмайтын аминқышқылдары үшін маңызды. Дегенмен, пептидтер гидрофобты қалдықтардың әсерінен жиі ащы дәмге ие болады, бұл оларды тауар ретінде тұтынуға арналған тағамдық матрицаның бөлігі ретінде пайдалану кезінде технологиялық кемшілік болуы мүмкін. Ащылықты жағымды дәмі бар ингредиенттерді қосу арқылы азайтуға болады, инкапсуляциялар тартымды немесе кем дегенде бейтарап сенсорлық сипаттамалары бар матрицаларға немесе дәмнің дамуына ықпал ететін протеазаларды қосу арқылы (мысалы, Flavourzyme®), дегенмен бұл жаңа пептидтердің түзілуін болжайды [7].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Зерттеу үшін модель ретінде пісірілген шұжық өнімдері алынды. Сынақ үлгілеріне ақуыз гидролизатының әртүрлі концентрацияларын қосу арқылы олардың шұжық өнімдерінің сапалық көрсеткіштеріне әсері зерттелді. Зертханалық зерттеулер Ресей Ғылым академиясы «В.М. Горбатов атындағы тағам жүйелерінің ФГО» (ФМБФМ Мәскеу қ., РФ) және Алматы технологиялық университетінің «Тағам қауіпсіздігі» аккредиттелген зертханасында жүргізілді. Физика-химиялық көрсеткіштерді анықтау үшін келесі стандарттар қолданылды:

- ылғалдылықтың массалық үлесі, МЕМСТ 9793-2016;
- ақуыздың массалық үлесі, МЕМСТ 25011-2017 (6 тармақ)

- жалпы фосфор (Р) МЕМСТ 9794-2015 (8 тармақ);
- тиобарбитурлық саны МЕМСТ Р 55810-2013;
- қышқылдылық саны МЕМСТ Р 55480-2013;
- пероксид саны МЕМСТ 34118-2017;
- бірөлшемді электрофорез әдісімен үлгілердің ақуыздық фракцияларының молекулалық салмағының таралуын талдау.

Жұмыстарды орындау барысында келесі жұмыстар орындалды:

- тәжірибелік үлгідегі пісірілген шұжық өнімдерін дайындау;
- зертханаға дайындық;
- зертханалық әдістерді анықтау;
- нәтижелерді салыстыру.

Сынақ үлгілері ретінде келесі өнімдер алынды:

- 1-үлгі ретінде бақылау үлгісі пісірілген шұжық өнімі;
- 2-үлгі ретінде 10% ақуыз гидролизаты қосылған пісірілген шұжық өнімі;
- 3-үлгі ретінде 15% ақуыз гидролизаты қосылған пісірілген шұжық өнімі.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. *Физикалық-химиялық көрсеткіштер.* Пісірілген шұжық өнімдерінің рецептурасы технологиялық талаптарға сәйкес әзірленді. Осы рецептура негізінде үш тәжірибелік үлгі «АТУ» АҚ «Оқу-ғылыми ет өңдеу орталығында» шығарылды. Зерттеу барысында №1 үлгі бақылау ретінде алынды, ал №2 тәжірибелік үлгіге 10% ақуыз гидролизаты, №3 тәжірибелік үлгіге 15% ақуыз гидролизаты қосылып, пісірілген шұжық өнімдері дайындалды.



Сурет 1. Тәжірибелік пісірілген шұжық өнімдерінің үлгілері

Зертханалық зерттеулер жүргізіліп, тәжірибелік үлгілердің ылғалдылықтың массалық үлесі, ақуыз мөлшері, сондай-ақ суда еритін, тұзда еритін және сілтіде еритін ақуыздардың массалық үлесі анықталды және 1-кестеде көрсетілді.

Кесте 1

Физикалық-химиялық көрсеткіштер

Анықталатын көрсеткіштердің атауы	Зерттеу әдістемесіне НҚ	Бақылау №1	10% гидролизат №2	15% гидролизат №3
Ылғалдылықтың массалық үлесі, %	МЕМСТ 9793-2016	72,7±7,3	77,2±7,7	76,2±7,6
Ақуыздың массалық үлесі, %	МЕМСТ 25011-2017 (6 тармақ)	13,91±2,09	12,68±1,90	13,65±2,05
Суда еритін ақуыздар, %	-	1,31	1,34	1,25
Тұзда еритін ақуыздар, %	-	0,58	0,57	0,52
Сілтіде еритін ақуыздар, %	-	11,49	10,07	11,25
Жалпы фосфор (Р)	МЕМСТ 9794-2015 (8 тармақ)	0,236±0,014	0,197±0,012	0,223±0,014
Тиобарбитур саны (0 тәулік), %	МЕМСТ Р 55810-2013	0,039-дан аз	0,039-дан аз	0,039-дан аз
Тиобарбитур саны (6 тәулік), %	МЕМСТ Р 55810-2013	0,055±0,006	0,048±0,005	0,042±0,004
Тиобарбитур саны (10 тәулік), %	МЕМСТ Р 55810-2013	0,590±0,041	0,417±0,042	0,156±0,016
Қышқылдық саны (0 тәулік), мгКОН/г	МЕМСТ Р 55480-2013	2,5±0,2	3,2±0,2	3,4±0,2
Қышқылдық саны (6 тәулік), мгКОН/г	МЕМСТ Р 55480-2013	3,2±0,2	4,1±0,3	4,0±0,3
Қышқылдық саны (10 тәулік), мгКОН/г	МЕМСТ Р 55480-2013	4,4±0,3	4,6±0,3	4,9±0,3
Пероксид саны (0 тәулік), мэкв/кг	МЕМСТ 34118-2017	4,1±0,4	4,5±0,5	4,1±0,4
Пероксид саны (6 тәулік), мэкв/кг	МЕМСТ 34118-2017	4,5±0,5	5,0±0,5	5,2±0,3
Пероксид саны (10 тәулік), мэкв/кг	МЕМСТ 34118-2017	9,8±0,5	8,1±0,4	9,5±0,5

1-кестеде сонымен қатар жалпы фосфордың мөлшері, тиобарбитур саны, қышқылдылық саны, пероксид саны анықталды.

Тиобарбитур саны өнімде қайталама өнімдер (альдегидтер, кетондар) жинақталған кезде тотығудың кеш сатыларын көрсетеді.

Қышқыл саны майдың ыдырау дәрежесін көрсетеді, яғни бос май қышқылдарының және сілтімен титрленген басқа заттардың (олеин қышқылы бойынша) құрамын сипаттайды. Майлардың гидролизі кезінде қышқылдық мөлшері артады.

Пероксид – бұл майлар мен майлардың тотығу дәрежесін өлшеу үшін ең көп қолданылатын талдау, оның мәні тотығу қышқылдығын немесе майдың тотығу дәрежесін өлшейді, бірақ оның тұрақтылығын емес. Пероксид саны тотығудың бастапқы сатысында өседі, бірақ пероксидтер ыдырағанда азаяды.

Тиобарбитур саны, қышқыл саны, пероксид саны төмен көрсеткіш көрсету ол – өнімнің балғындығы мен жоғары сапаны көрсетеді. Ал бұл көрсеткіштердің жоғарылауы, гидролиз және тотығу процестеріне байланысты өнім сапасының нашарлауын көрсетеді.

Жоғарыда аталған көрсеткіштер бұл – тамақ өнеркәсібінде сапаны бақылауға және қауіпсіз және жаңа өнімдерді таңдауға көмектеседі.

Ылғалдылықтың массалық үлесі бақылау үлгісі 72,7%, 10% гидролизат қосылған үлгі 77,2%, 15% гидролизат қосылған үлгі 76,2% көрсетті. Алынған нәтижелер бойынша гидролизат қосылған үлгілерде ылғалдылықтың массалық үлесі жоғары. Бұл ақуыз гидролизатының су ұстап тұру қабілетінің жақсы екенін көрсетеді.

Ақуыздың массалық үлесі бақылау үлгісі 13,91%, 10% гидролизат: 12,68%, 15% гидролизат 13,65%. Қорытындылай келе, 10% гидролизат қосылған үлгінің ақуыз мөлшері сәл төмендеген, ал 15% гидролизат қосылған үлгі бақылау үлгісіне жақын деңгейде.

Еритін ақуыздар (суда, тұзда, сілтіде): суда еритін ақуыздар: 10% гидролизатта ең жоғары (1,34%), бірақ барлық үлгілер арасында айырмашылық шамалы. Тұзда еритін ақуыздар: 15% гидролизат қосылған үлгіде төмен (0,52%). Сілтіде еритін ақуыздар: бақылау үлгісі ең жоғары (11,49%), ал 10% гидролизат үлгісі төменірек (10,07%). Талдау нәтижесі еритін ақуыздардың мөлшері гидролизат мөлшеріне байланысты өзгеріп отырады.

Жалпы фосфор (P). 10% гидролизат қосылған үлгіде фосфор мөлшері төмен болғанымен, 15% гидролизат үлгісі бақылау деңгейіне жақын.

Тиобарбитур саны (0, 6, 10 тәулік). 0 тәулікте барлық үлгілерде 0,039%-дан аз. 6 тәулікте: бақылау үлгісі жоғары (0,055%), ал 15% гидролизат ең төмен (0,042%). 10 тәулікте: бақылау үлгісі жоғары (0,590%), ал 15% гидролизат ең төмен (0,156%). Гидролизат қосылған үлгілер май тотығуына төзімдірек, бұл олардың сақтау тұрақтылығының жоғары екенін көрсетеді.

Қышқылдық саны (мгКОН/г). 0 тәулік: 15% гидролизат ең жоғары ($3,4 \pm 0,2$). 6 және 10 тәулік: 15% гидролизат үлгісінде қышқылдық деңгейі жоғарылайды (10 тәулікте $4,9 \pm 0,3$). Қышқылдық саны гидролизат мөлшеріне байланысты артады, бұл өнімнің сақтау мерзіміне әсер етеді.

Пероксид саны (мэкв/кг). 0 тәулік: барлық үлгілерде шамамен бірдей ($4,1-4,5$ мэкв/кг). 6 және 10 тәулік: бақылау үлгісінде пероксид саны жоғары (10 тәулікте $9,8 \pm 0,5$), ал 10% гидролизат үлгісі төмендеу ($8,1 \pm 0,4$). Гидролизат қосылған үлгілер пероксид санының төмендеуіне ықпал етеді, бұл өнімнің тотығуға төзімділігін арттырады.

Ақуыз гидролизатын қосу шұжық өнімдерінің ылғалдылықты ұстап тұру қабілетін жақсартады, майлардың тотығуын баяулатады және олардың сақтау тұрақтылығын арттырады. 15% гидролизат қосылған үлгі тотығуға төзімділік пен тұрақтылық бойынша жақсы нәтижелер көрсетті.

Қышқылдық пен тотығу көрсеткіштерін бақылау арқылы өнімнің сақтау мерзімін ұзартуға болады.

Бірөлшемді электрофорез әдісімен үлгілердің ақуыздық фракцияларының молекулалық салмағының таралуын талдау. Сынамаларды дайындау. 100 мг үлгі алынды және 2000 мкл гомогенизацияланды лизирлеуші ерітіндінің (ерітіндінің) 9 М мочевины, 5% меркаптоэтанол, 2% тритон X-100, 2% амфолиндер бастап рН 3-10). Алынған ерітінді гомогенизатордың көмегімен гомогенизацияланды Stegler S10 8000 айн/мин жылдамдықпен 5 минут ішінде, әрі қарай гомогенат центрифугада 20 минут бойы 14000 айн/мин жылдамдықпен центрифугалау арқылы тазартылды Eppendorf 5427 R. Супернатант бөлінген және 1-ден 1-ге дейінгі пропорцияда ақуыз буферімен араластырылған, оны дайындау үшін пробиркаға 5 мл-ге 1 мл 10 енгізілген % додецил сульфаты натрий (SDS), 250 мкл

концентрацияланған β -меркаптоэтанол, 625 мкл 0,5 М Трис-HCl және 1,5 г мочевины. Содан кейін қосылды бромфенолды көк түс күңгірт түске боялғанша және сумен 5 мл көлеміне дейін жеткізілді. Әрі қарай, ақуыз буфері бар сынамалар қайнаған су моншасында 5 минут бойы қыздырылды.

Полиакриламидті геледегі бір өлшемді электрофорез. Тік геледік электрофорезді жүргізу үшін камера қолданылды (Хеликон, Ресей) және оны 12,5% полиакриламидті гельмен толтырды. Оның үстіне 6% гель құйылды, оған үлгілерді енгізу үшін шұңқыр жасалды. Зерттеу үлгісі 10 мкл мөлшерінде енгізілді. Буфер ретінде құрамында 25 mM трис-HCl, 192 mM глицин және 0,1% SDS бар ерітінді қолданылды. Электрофорез келесі параметрлерде жүзеге асырылды: алғашқы 30 минут – 60 В және одан әрі 120 В, бояғыштың алдыңғы жағы (бромфенол көк) гель плиталарының төменгі жиегіне жеткенше.

Бейнелерді визуализациялау және талдау. Ақуыздарды бояу Кумасси G-250 келесі құрамдағы ерітіндіде жүргізілді: 10% сірке қышқылы, 25% изопропанол, 0,05% кумасси G-250. Байланыстырылмаған бояуды кетіру үшін 10%-дық сірке қышқылы пайдаланылды.

Компьютерлік денситометрияны жүргізу үшін ылғалды болған бір өлшемді электрофорограммалар қолданылды. Олардың толық сандық кескіндері 600 dpi 2D-RGB режимінде Bio-5000 Plus (Serva, Германия) сканері арқылы алынды. Алынған сандық кескіндер графикалық редакторда өңделді.

Нәтижелер. Үлгіні зерттеу нәтижесінде алынған электрофорограммалар, 2-суретте көрсетілген.

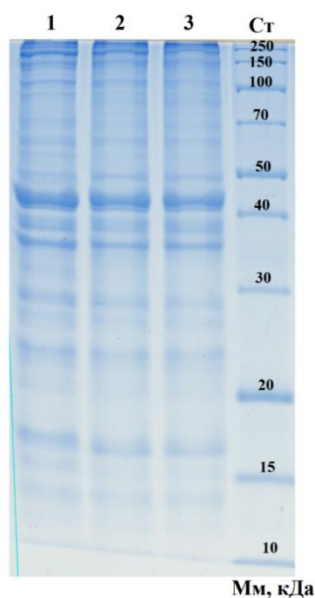
Шартты белгілер:

Ст – Молекулалық салмақ стандарты: 250, 150, 100, 70, 50, 40, 30, 20, 15 және 10 кДа (жоғарыдан төменге).

1 – пісірілген шұжық бақылау

2 – ақуыз гидролизаты қосылған пісірілген шұжық (10 %)

3 – ақуыз гидролизаты қосылған пісірілген шұжық (15 %)



Сурет 2. Бір өлшемді электрофорограмма пісірілген шұжық үлгілерінің (боялуы кумасси G-250)

Үлгілерде молекулалық массалардың барлық диапазонында ақуыз фракцияларының кең спектрі байқалады, негізгі құрылымдық ақуыздар бар. Бақылау және тәжірибелік үлгілер №2, №3 арасында айтарлықтай айырмашылықтар табылған жоқ. НАДН дегидрогеназа (15,5 кДа), цистеин мен глицинге бай ақуыз 3 (20,9 кДа), миозенин-1 (31,6 кДа), нуклеобиндин-1 (54,9 кДа), альфа-1 (II) коллаген тізбегі (141,8 кДа) болуы мүмкін ақуыз фракцияларын қоспағанда, ең айқын көрінеді бақылау үлгісінде.

Сондай-ақ, миозиннің ең айқын ақуыз жолақтарын атап өтуге болады-10 (229,0 кДа), коллаген альфа тізбектері (172,2 кДа, 160,4 кДа, 149,1 кДа, 93,6 кДа, 46,3 кДа), дәстүрлі емес миозин-VI (149,6 кДа), тромбоспондин-4 (105,9 кДа), протромбин (70,5 кДа), ақуыз жылу (70,2 кДа), эластин (64,2 кДа), фибриноген гамма-В тізбегі (50,2 кДа), тубулиннің альфа-1D тізбегі (50,2 кДа), фибулин-5 (50,1 кДа), проларгин (43,6 кДа), фибромодулин (43,0 кДа), кератин (43,8 кДа), актин (41,7 кДа), хондроадгерин (40,8 кДа), люмикан (38,7 кДа), катепсин К (36,9 кДа), протеазоманың бета суббірліктері (29,9 кДа), интерлейкин-6 (23,7 кДа), прокинетин-2 (14,2 кДа).

№2 және №3 үлгілерді салыстыру кезінде фракциялар арасындағы көрінетін айырмашылықтар, жаңа ақуыз жолақтарының болмауы немесе болуы табылмады.

Қорытынды. Жұмыстың нәтижелері бойынша, ақуыз гидролизатының пісірілген шұжық өнімдерінің сапасына әсерін зерттеу кезінде айтарлықтай өзгерістер байқалды. Зерттеу нәтижелері 1-кестеде көрсетілген физика-химиялық көрсеткіштер бойынша жинақталды, оның ішінде ылғалдылықтың массалық үлесі мен ақуыздың мөлшері ерекше назар аударуды қажет етеді. Гидролизат қосылған үлгілерде ылғалдылықтың жоғарылау тенденциясы байқалады, бірақ ақуыздың массалық үлесі біршама төмендеген. Бұл нәтижелер, гидролиз процесі кезінде ақуыздардың құрылымдық өзгерістеріне әкелетінін және олардың сіңімділігін арттыратынын көрсетеді.

Сонымен қатар, пісірілген шұжықтағы суда еритін, тұзда еритін және сілтіде еритін ақуыздардың массалық үлесі гидролизат қосылған үлгілерде азайғаны байқалады. Бұл көрсеткіштер, ақуыз гидролизатының шұжықтың құрамындағы ақуыз фракцияларының таралуына әсер еткенін айқындайды.

Тиобарбитур, қышқылдық және пероксид санының төмендеуі, сондай-ақ осы көрсеткіштердің тұрақты деңгейде сақталуы, зерттелген үлгілердің сақтау сапасының жоғары екенін көрсетеді. Бұл өнімдердің балғындығын және жоғары сапасын сақтауға көмектесетін маңызды индикаторлар.

Бірөлшемді электрофорез әдісімен ақуыз фракцияларының молекулалық салмағын зерттеу нәтижелері бойынша пісірілген шұжықтағы ақуыз фракцияларының кең спектрі көрсетілді, алайда гидролизат қосылған үлгілерде айтарлықтай айырмашылықтар байқалмады. Бұл гидролизаттың қосылуы ақуыз фракцияларының құрылымын өзгертіп, оның технологиялық қасиеттеріне әсер етуі мүмкін екендігін айғақтайды.

Жалпы алғанда, ақуыз гидролизатының қосылуы пісірілген шұжық өнімдерінің сапасын арттыруға мүмкіндік береді, оның ішінде өнімнің сіңімділігі, сапасы және сақтау мерзімі жақсарады. Бұл зерттеу нәтижелері тағам өндірісінде инновациялық тәсілдерді енгізуге және өнімнің функционалды сипаттамаларын жақсартуға ықпал ететін негіз қалауда маңызды рөл атқарады.

Әдебиеттер тізімі

1. Chew L.Y., Tan W.T., Ong W.K. Protein Hydrolysates in Functional Foods // Functional Foods Journal. – 2019. – Vol. 34. – P. 123-138.
2. Cruz-Casas J.A., Martinez-Maqueda D., Recio I. Bioactive Peptides and Their Applications // Food Science and Nutrition. – 2021. – Vol. 12. – P. 45-59.
3. Tavano O.L., Silva S.M., Ribeiro C. Enzymatic Hydrolysis of Proteins // Journal of Enzymology. – 2018. – Vol. 15. – P. 89-102.
4. Baiano A. Sustainability in Food Systems // Advances in Food Research. – 2020. – Vol. 44. – P. 67-80.
5. Varela-Ortega C., Fereres E., Gomez L. Socio-Economic Impacts of Food Production // Journal of Food Economics. – 2021. – Vol. 18. – P. 12-26.
6. Acquah C., Kowalski R., Lee J. Functional Properties of Hydrolyzed Proteins. – Proteins in Food Systems. – 2019. – Vol. 7. – P. 101-115.
7. Uzakov Ya., Kozhakhievskaya M., Kaldarbekova M., Makangali K. Optimization of protein hydrolysis conditions to increase the nutritional and functional value of sausages // Mechanics and Technology / Scientific journal. – 2024. – No.2(84). – P.99-104.

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі қаржыландырады (AP19680380 «Жануар текті құрам бөліктерді – коллагеннің пептидті гидролизаттарын алу технологиясын әзірлеу және олардың негізінде функционалды ет өнімдерін жасау»).

Материал редакцияға 15.01.25 түсті, 06.05.25 қабылданды.

**Я.М. Узаков¹, А.Н. Есенгазиева¹, М.О. Кожакеева¹,
Г.К. Кузембаева¹, М.Ә-А. Қалдарбекова¹, А.Н. Тортай¹**

¹*Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан*

**ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЛКОВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ВАРЕНОЙ КОЛБАСЫ**

Аннотация. С ростом численности населения планеты возникает острая необходимость разработки устойчивых систем продовольственного обеспечения. Одним из перспективных решений являются биоактивные пептиды, выделяемые из пищевых белков. Эти молекулы могут стать неотъемлемой частью функциональных продуктов питания, способствуя профилактике и лечению широкого спектра заболеваний, включая диабет, сердечно-сосудистые патологии и рак. Несмотря на интенсивные исследования биоактивных свойств белковых гидролизатов *in vitro*, практическое применение таких соединений в пищевой промышленности остается недостаточно изученным. В данной работе рассматриваются возможности интеграции гидролизатов в пищевые продукты, а также оценивается влияние условий обработки и хранения на их свойства.

Ключевые слова: вареная колбаса, белковые гидролизаты, мясные продукты, пептиды, функциональное питание.

Y.M. Uzakov¹, A.N. Yessengaziyeva¹, M.O. Kozhakhiev¹,
G.K. Kuzembayeva¹, M.A-A. Kaldarbekova¹, A.N. Tortay¹

¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

**INNOVATIVE METHODS OF USING PROTEIN HYDROLYSATES
IN THE PRODUCTION OF BOILED SAUSAGE**

Abstract. With the growing global population, there is an urgent need to develop sustainable food supply systems. Bioactive peptides isolated from food proteins are one of the promising solutions. These molecules can become an integral part of functional foods, contributing to the prevention and treatment of a wide range of diseases, including diabetes, cardiovascular diseases and cancer. Despite intensive studies of the bioactive properties of protein hydrolysates in vitro, the practical application of such compounds in the food industry remains poorly understood. In this paper, the possibilities of integrating hydrolysates into food products are considered, and the influence of processing and storage conditions on their properties is evaluated.

Keywords: boiled sausage, protein hydrolysates, meat products, peptides, functional nutrition.