ҒТАМР https://doi.org/10.58805/kazutb.v.2.31-1426

ҚҰРАМЫНДА КОЛЛАГЕН БАР ҚҰС ШИКІЗАТЫНАН ТАҒАМДЫҚ ГИДРОЛИЗАТТАР АЛУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

[1]А.К. Суйчинов, [2]А.К. Какимов, [2]Э.К. Окусханова, [1]Г.А. Капашева

[1]Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты (Семей филиалы), Семей, Қазақстан,
[2]«Шәкәрім Университеті» КЕҚ, Семей, Қазақстан

Корреспондент-автор: gena.89.89@mail.ru

Бұл мақалада коллагенге бай тауық шикізатының соның ішінде тауық етінің терісі, сүйектері, тауық асқазаны және тауық аяқтарының химиялық құрамы мен олардан алынған гидролизаттардың химиялық құрамы, органолептикалық көрсеткіштері қарастырылған. Коллагенге бай тауық шикізатын алдымен коллоидты диірменде ұсақтап алып, содан кейін ферменттеу әдісі жүргізілді. Алынған өнім мұздатқышта қатырылып, кейін сублимациялық кептіруде кептірілген. Тауық шикізатынан гидролизат алу әдісінде ферментативтикәдіс қолданылып «Протозим С», «Коллагеназа» және «Энзимикс-У» ферменттік препараттарының әсері зерттелінді. Ферменттің концентрациясы, гидромодулы, температурасы және ультрадыбыстық өңдеу параметрлері тәжірибе нәтижелеріне сүйене отырып таңдалынды. Ультрадыбыстық өңдеу ферменттердің белсенділігін арттырса, ал коллаген талшықтарының ыдырауын жылдамдата түсті және ақуыздың еру қабілетін арттырды.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, қолданылған өңдеу әдістері мен ферменттердің үйлесімі гидролизаттардың құрамына тікелей әсер етті. Өңдеу жағдайына байланысты ақуыз, май, күл және ылғал мөлшерінің арақатынасы өзгеріп отырды. Тері гидролизатында ақуыздың ең жоғары мөлшері (52,25%) ие болды. Ал сүйектен алынған гидролизаттар минералды заттармен ерекшеленсе, теріден алынған үлгілердің майлылығы мен ақуыз құрамы жоғары болды. Барлық үлгілер біртекті ашық-қоңыр түсті ұнтақ түрінде алынды және бөгде иіссіз сипатталды.

Зерттеу тәжірбиесінің нәтижелері құрамында коллаген бар құс шикізатын кешенді биотехнологиялық өңдеу арқылы сапалы тағамдық гидролизаттар алуға болатынын көрсетеді. Ол өнімдер тағам өнеркәсібінде функционалды және биологиялық белсенді қоспалар өндіруде, сонымен қатар адам ағзасындағы ақуыз тапшылығының орынын толықтыруда тиімді болып келеді.

Түйін сөздер: коллаген, құс шикізаты, гидролизат, ферментативтік өңдеу, ультрадыбыс, тауық терісі.

ПОЛУЧЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ ИЗ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ПТИЦЫ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ

[1]А.К. Суйчинов, [2]А.К. Какимов, [2]Э.К. Окусханова, [1]Г.А. Капашева

[1]Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Семей, Казахстан,
[2]НАО «Шәкәрім Университеті», Семей, Казахстан,
e-mail: gena.89.89@mail.ru

В данной статье рассматривается химический состав богатого коллагеном куриного сырья, включая куриную кожу, кости, желудки и ножки, а также химический состав и органолептические характеристики полученных из них гидролизатов. Богатое коллагеном куриное сырье сначала измельчали в коллоидной мельнице, а затем подвергали ферментации. Полученный продукт замораживали в морозильной камере, а затем сублимировали. Ферментативным методом изучали влияние ферментных препаратов «Протозим С», «Коллагеназа» и «Энзимикс-У» на способ получения гидролизатов из куриного сырья. Концентрацию, гидромодуляцию, температуру и параметры ультразвуковой обработки фермента подбирали на основе экспериментальных результатов. Ультразвуковая

обработка повышала активность ферментов, ускоряла разложение коллагеновых волокон и увеличивала растворимость белков.

Результаты исследования показали, что сочетание методов обработки и используемых ферментов напрямую влияло на состав гидролизатов. В зависимости от условий обработки изменялось соотношение белков, жиров, золы и влаги. Гидролизат кожи имел самое высокое содержание белка (52,25%). В то время как гидролизаты, полученные из костей, отличались минеральными веществами, образцы, полученные из кожи, имели более высокое содержание жира и белка. Все образцы были получены в виде однородного светло-коричневого порошка и характеризовались как не имеющие запаха.

Результаты исследования показывают, что высококачественные пищевые гидролизаты могут быть получены путем комплексной биотехнологической переработки птичьего сырья, содержащего коллаген. Эти продукты эффективны в производстве функциональных и биологически активных добавок в пищевой промышленности, а также в восполнении дефицита белка в организме человека.

Ключевые слова: коллаген, сырье птицы, гидролизат, ферментативная обработка, ультразвук, куриная кожа.

PREPARATION OF FOOD HYDROLYZATS FROM COLLAGEN-CONTAINING RAW POULTRY AND STUDY OF THEIR PROPERTIES

[1]A. K. Suichinov, [2]A.K. Kakimov, [2]E.K. Okuskhanova, [1]G. A. Kapasheva✉

[1]Kazakh Scientific Research Institute of Processing and Food Industry (Semey branch), Semey, Kazakhstan,
[2]NJC «Shakarim University», Semey, Kazakhstan,
e-mail: gena.89.89@mail.ru

This article reviews the chemical composition of collagen-rich chicken raw materials, including chicken skin, bones, chicken stomachs and chicken legs, and the chemical composition and organoleptic characteristics of hydrolysates obtained from them. Collagen-rich chicken raw materials were first crushed in a colloid mill, and then subjected to fermentation. The resulting product was frozen in a freezer, and then freeze-dried. The enzymatic method was used to study the effect of the enzyme preparations ”Protozyme C”, ”Collagenase” and ”Enzymix-U” on the method of obtaining hydrolysates from chicken raw materials. The concentration, hydromodulus, temperature and ultrasonic processing parameters of the enzyme were selected based on experimental results. Ultrasonic processing increased the activity of enzymes, accelerated the decomposition of collagen fibers and increased the solubility of proteins.

The results of the study showed that the combination of processing methods and enzymes used directly affected the composition of hydrolysates. Depending on the processing conditions, the ratio of protein, fat, ash and moisture content varied. The skin hydrolysate had the highest protein content (52.25%). While the hydrolysates obtained from bones were distinguished by mineral substances, the samples obtained from the skin had a higher fat content and protein content. All samples were obtained in the form of a homogeneous light brown powder and were characterized as odorless.

The results of the research experiment show that high-quality food hydrolysates can be obtained through complex biotechnological processing of poultry raw materials containing collagen. These products are effective in the production of functional and biologically active additives in the food industry, as well as in replenishing the protein deficiency in the human body.

Keywords: collagen, poultry raw materials, hydrolysate, enzymatic processing, ultrasound, chicken skin.

Кіріспе. Қазіргі таңда тамақ өнеркәсібінде әртүрлі өндірістік қалдықтарды тиімді пайдалану, олардан функционалдық қасиеттері жоғары өнімдер алу өзекті ғылыми бағыттардың бірі. Олардың арасында әсіресе, құрамында коллагені бар құс шикізатын қайта өңдеу арқылы тағамдық гидролизаттар алу экологиялық және экономикалық тұрғыдан тиімді шешім болып саналады. Бұл бағыт әлемдік «айналмалы экономика» тұжырымдамасына толық сәйкес келеді, өйткені мұнда екінші реттік ресурстарды жоғары құнды өнімдерге айналдыру басты бағыттардың бірі болып табылады [1].

Құс шикізаттары аяқтар, қанат ұштары, шеміршектер, сүйектер және т.б. олардың құрамында коллаген бар өнімдер алуға мүмкіндік беретін тіндер кездеседі. Бұларды көбіне шикізаттың қосалқы өнімдер түріне немесе қалдық ретінде қарастырылғанымен, олардың құрамында жоғары құндылыққа ие ақуызды және дәнекер тіндік компоненттер бар.

Сүйек қалдығы деп механикалық бөлшектеуден өткен немесе құс ұшасының бөліктерін сепарациялау әдісі арқылы алынған, сонымен қатар құрамында ет тіндерінің қалдығы бар құс сүйегі түріндегі сою өнімін айтады. Бұл өнім әрі қарай өнеркәсіптік өңдеуге, тағамдық өнімдер өндіру және жануарларға арналған азық жасау үшін жіберіледі.

Тағамдық құс сүйегі бұл ұша ішкі ағзасынан тазартылған немесе оның бөліктерін бөлшектеу нәтижесінде алынған шикі сүйек болып табылады. Олар бүтін, ұсақталған күйде болады. Құс сүйегінің құрамында аз мөлшерде ет тіндері бар, тағамдық мақсатта пайдалануға жарамды шикізат түрі [2].

Коллагеннің, әсіресе I және III типтерінің, бай көзі болып тауық терісі болып табылады, сондықтан ол тағамдық мақсаттар үшін құнды шикізат көзі болып саналады. Тауық терісіндегі жалпы ақуыз мөлшерінің көп бөлігін коллаген құрайды. Олардың шығымы құрғақ заттың 6%-дан 40%-ға дейінгі мөлшері экстракция әдістеріне байланысты. Пепсинмен экстракциялауда майсыздандырылған қатты фазадағы коллагеннің шамамен 38,9% шығымы анықталған [3]. Өзге зерттеулерде экстракция әдістеріне байланысты қалпына келу көрсеткіштері 6,1%-дан 40,4%-ға дейін жететіні көрсетілген. Тауық терісінен алынған гидролизаттардағы ақуыз мөлшері 62,7% құрайды [4].

Тауық сүйектері, шеміршектері, қанат ұштары және аяқтары да коллагеннің бай көзі болып табылады, сол себепті олар тағамдық өнімдер мен қоспалар өндіру үшін ерекше құнды болып келеді. Коллаген мөлшері экстракция және өңдеу әдісіне байланысты өзгеріп отырады, алайда бірқатар зерттеулер нақты сандық деректер келтіреді. Мысалы 70%-дан 84%-ға дейін ақуыз мөлшері тауық аяқтарындағы коллеген бөлігін құрайды [2, 5]. Қышқылдық, ферментативтік және т.б. әдістерді қолданылған экстрация шығымы қарай құрғақ заттың 5%-дан 32%-ға дейін жетеді [6 - 8].

Зерттеулер көрсеткендей, тауық асқазандарындағы коллагеннен алынған желатиннің шығымы экстракция әдісіне және өңдеу шарттарына байланысты өңделген тін массасының 43,8%-дан 96,45%-ға дейін жетеді [9, 10]. Тауық асқазандарындағы коллаген мөлшері жалпы ақуыздың шамамен 35%, яғни орта есеппен 7,35% құрайды [11].

Осылайша, тағам өнеркәсібінде құрамында коллаген бар құс шикізаты жоғары биологиялық құндылығы бар өнімдер алу үшін болашағы зор, экологиялық таза және қолжетімді шикізат көзі болып табылады. Бұндай шикізатты кешенді өңдеу арқылы тағамдық гидролизаттар алу, оның толық құндылығын пайдалануға, ақуыздық компоненттердің шығымын арттыруға және қалдықсыз технологиялар құруға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, құс шикізатынан алынған коллаген гидролизаттары тек тағам өнеркәсібінде ғана емес, сонымен бірге фармацевтикалық және косметикалық салаларда да кеңінен қолданылуда. Олар биологиялық белсенді қоспалар ретінде адам ағзасындағы дәнекер тіндердің қалпына келуін жақсартуға, буындардың қызметін қолдауға және тері құрылымын нығайтуға ықпал етеді. Соңы зерттеулер коллаген пептидтердің антиоксиданттық, миробқа қарсы және қан қысымын төмендететін қасиеттерін дәлелдейді.

Бқл оларды функционалдық тағам өндірісінде таптырмас компонентке айналдырады [12]. Осыған байланысты, мұндай шикізатты кешенді өңдеу қазіргі заманғы биотехнологияның маңызды бағыттарының бірі болып табылады.

Қазіргі уақытта ферменттік гидролиз әдістері жоғары тиімділігімен ерекшеленеді, себебі олар ақуыз құрылымын жұмсақ жағдайда ыдыратып, қажетті молекулалық массасы бар пептидтер алуға мүмкіндік береді. Ал ультрадыбыстық өңдеу шикізат құрылымын бұзып, ферменттердің әсер ету аймағын кеңейтеді, нәтижесінде гидролиз процесінің жылдамдығы мен тиімділігі артады. Бұл екі әдісті біріктіріп қолдану өнім шығымын арттырып қана қоймай, оның функционалдық-технологиялық қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік береді [13].

Осыған қарамастан, қазіргі таңда құс шикізатынан алынатын ақуыз гидролизаттарының сапасын арттыруға бағытталған ферменттік және ультрадыбыстық өңдеудің оңтайлы параметрлері жеткілікті зерттелмеген. Әртүрлі ферменттердің (мысалы, Протозим С, Коллагеназа, Энзимикс-У) және ультрадыбыстық әсердің жиілік пен уақыт режимдерінің өзара байланысы, олардың ақуыздың шығымы мен физика-химиялық қасиеттеріне әсер ету механизмі нақты айқындалмаған.

Осы мәселені шешу үшін кешенді ғылыми зерттеулер жүргізу, өңдеу параметрлерін оңтайландыру және алынған гидролизаттардың сапалық көрсеткіштерін жүйелі түрде бағалау ерекше маңызға ие. Бұл өз кезегінде тағам өнеркәсібінде жаңа буын функционалдық өнімдерін әзірлеуге мүмкіндік береді.

Осыған байланысты, зерттеу жұмысының негізгі мәселелі сұрағы қандай ферменттік препарат пен ультрадыбыстық өңдеу режимінің үйлесімі құс шикізатынан алынған гидролизаттардың сапалық көрсеткіштерін (ақуыз мөлшері, еру қабілеті, минералдық құрам және т.б.) барынша арттыратынын анықтау болып табылады.

Зерттеу жұмысының мақсаты - құрамында коллаген бар құс шикізатынан тағамдық гидролизаттар алу технологиясын әзірлеп, алынған өнімдердің физика-химиялық, органолептикалық қасиеттерін зерттеу болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу объектісі ретінде тауықтың терісі, тауық сүйектері және бұлшықет асқазаны алынды. Бұл шикізат түрлері құсты сою және механикалық бөлшектеу барысында алынған, құрамында ет және дәнекер тіндері бар өнімдер болып табылады.

Шикізатты алдын ала дайындау. Шикізатты алдын ала ұсақтауға ұшыратып сосын барып ферменттеу жүргізілді. Тері, асқазан және сүйектер коллоидтық диірменде ұсақталды. Сүйектер мен аяқтарға су қосылып (су модулі 1:0,5) қатынасында, майдаланып, температураның өсуі (9 °С және 4,8 °С дейін) ұсақтау кезінде бақыланды.

Зерттеу барысында шатасуды болдырмау және нәтижелерді жүйелеу мақсатында тәжірибелік үлгілер үш негізгі блокқа бөлініп қарастырылды:

1. *Фермент концентрациясын таңдау тәжірибесі (1-4 үлгілер):* Тауық сүйектерін әртүрлі концентрациядағы «Протозим С» препаратымен өңдеу (3-кесте).

Коллагенге бай шикізатты ферментативті гидролиздеу кезінде «Протозим С» («Биопрепарат» ЖШҚ) препараты қолданылып тәжірибелер жүргізілді. «Протозим С» протеолитикалық белсенділігі 50000 бірлік/г болатын сілтілі саңырауқұлақ протеазасы, оның жұмыс істеу диапазоны pH 5,5–11,5, оңтайлысы pH 8,0–10,5 болды. Оның жұмыс температурасы 30–70 °С, оңтайлы температурасы 50–60 °С құрайды.

2. *Ультрадыбыстық (УДЗ) өңдеу тәжірибесі (1-7 нұсқалар):* Әртүрлі шикізат түрлеріне УДЗ-ның әсерін зерттеу (4 және 5-кестелер).

Тауықтың терісі, сүйектері, шеміршектері, аяқтары және асқазаны 55 °С температурада 8 сағат бойы ферментативтік өңдеуден өткізілді. Гидролиз үшін «Протозим С» ферменті (шикізат массасының 10%) және «Коллагеназа» (2%) қолданылды. Ультрадыбыстық өңдеу 55 °С температурада, 80 кГц жиілікте 8 сағат бойы жүргізілді. Салыстыру мақсатында ферментация ультрады-

быстық әсерсіз де орындалды.

3. *Кешенді өңдеу тәжірибесі (1-8 үлгілер):* Органолептикалық көрсеткіштерді жақсарту үшін қосымша биопрепараттар (Энзимикс-У, ашытқы, ірімшік сарысуы) қолданылған үлгілер (6 және 7-кестелер).

Зерттеудің келесі бөлігінде алынған барлық үлгілер ферменттеуден кейін сублимациялық кептіру әдісімен кептірілді. Сублимациялық кептіруден кейін гидролизаттардың физика-химиялық және органолептикалық қасиеттері анықталынды.

Физика-химиялық зерттеу әдістері. Жалпы химиялық құрамды анықтау сыналатын үлгінің бір бөлігінің әдісімен жүргізілді. Әдіс өнімнің бір үлгісіндегі ылғалды, майды, күлді және ақуызды, ет және ет өнімдерінің ылғалдылығын және майлылығын жеделдетілген әдіспен анықтауға арналған құрылғыны пайдалана отырып, дәйекті түрде анықтаудан тұрады [14].

Органолептикалық бағалау әдістері. МЕСТ 9959–2015 бойынша органолептикалық бағалау жүргізілді [15].

Статистикалық талдау.

Өлшеу нәтижелерін өңдеу Microsoft Excel 2016 бағдарламасының көмегімен жүзеге асырылды. Ал талдау нәтижелері $p \leq 0,05$ деңгейінде статистикалық тұрғыдан мәнді деп есептелді. Деректер орташа мән ± стандартты ауытқу түрінде ұсынылды.

Нәтижелер мен талқылау. *Коллаген бар шикізатты ферментативті гидролиздеу шарттарын таңдау.*

Тауықтың құрамында коллаген бар шикізаттың химиялық құрамы анықталынды және олардың нәтижелері 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте. Коллагенге бай құс шикізатының химиялық құрамы

Үлгілер	Құрамы, %			
	Ылғал	Май	Күлі	Ақуыз
Тауық етінің терісі	51,96±1,55	34,4±0,96	0,14±0,003	13,5±0,36
Тауық сүйектері	68,6±2,05	6±0,15	7,4±0,19	18±0,50
Тауықтың асқазаны	79,0±2,37	3,06±0,07	1,3±0,03	16,64±0,46
Тауық аяғы	65,94±1,97	12,93±0,34	4,02±0,10	17,11±0,46

Зерттеу нәтижесінде химиялық құрамы бойынша ең жоғары ақуыз мөлшері тауық сүйектерінде анықталды. Ал сәл төмен көрсеткіштер болса тауық аяқтары мен асқазандарында байқалса, ал тауық терісінде ақуыз мөлшері ең төмен көрсеткішті көрсетті. Ылғал мөлшері бойынша ең жоғары көрсеткішті тауық асқазандары көрсетті. Майдың мөлшері ең жоғары көрсеткішті тауық терісінде анықталынды. Күл мөлшерінің ең жоғары көрсеткішке тауық сүйектері мен аяқтарында анықталды, ал тауық аяқтарындағы коллаген жалпы ақуыз мөлшерінің 70%-дан 84%-дан астамын құрайды. Тауық терісі, тауық асқазаны, тауық сүйектері, шеміршектері, қанат ұштары мен аяқтары коллагенге бай шикізат түрлері олардың қасиеттері әртүрлі болғандықтан, гидролиздің жеке технологияларын әзірлеу қажет етеді.

Тауық шикізатының pH көрсеткіші 25 °C температурада анықталды. Терінің pH мәні 6,39 болса, сүйектің pH мәні 7,29 және асқазанның pH мәні 6,96, тауық аяқтарының pH мәні 6,0 көретті.

Тауықтың коллагенге бай шикізатын ферменттеу алдында ұсақтауға ұшыратылды. Ең әуелі тауықтың әртүрлі бөліктерінен алынған сүйектерді майдалап бөлшектелінді. Фарш араластырғышта су қосылып, 1:0,5 қатынасында араластырылды, одан соң коллоидтық диірменде майдалап ұнтақтау жүргізілді. Бірінші ұнтақтаудан

кейін шикізаттың температурасы 9 °С көтерілсе, ал қайталама ұнтақтаудан кейін 4,8 °С-қа артты. Тауықтың коллагенге бай шикізатын ұсақтау шарттары 2-кестеде келтірілген.

2-кесте. Тауықтың коллагенге бай шикізатын ұсақтау шарттары

Шикізат атауы	Су модулі	Температурасы, °С		
		Ұсақтағанға дейін	1-ұсақтау	2-ұсақтау
Тауық етінің терісі	сусыз	4	13,5	17,6
Тауық сүйектері	1:0,5	16,8	25	29,8
Тауықтың асқазаны	сусыз	20	23,6	26,7
Тауық аяғы	1:0,5	4,8	9,8	12,8

Коллоидтық диірменде тауық терісін салқындатылған күйде су қоспай ұсақталынды. Бірінші ұсақтаудан кейін шикізат температурасы 9 °С-қа көтерілді, ал қайтадан ұсақтаудан кейін температурасы 4,1 °С-қа артты. Тауықтың асқазанда су қоспай ұсақталынды, бірінші ұсақтаудан кейін шикізат температурасы 3,6 °С-қа көтеріліп, қайталама ұсақтаудан кейін 3,1 °С-қа артты. Салқындатылған тауық аяқтары су қосылып, 1:0,5 қатынасында ұсақталды. Бірінші ұсақтаудан кейін шикізат температурасы 3,6 °С-қа көтерілді, ал қайталама ұсақтаудан кейін 3,1 °С-қа артты.

Ферментативтік гидролиз әдістемесі. Ұшасының әртүрлі бөліктерінен алынған майдалап ұсақталған тауық сүйектері «Протозим С» ферменттік препаратымен өңделді.1-үлгіге шикізат массасына қатысты 2,5% фермент, ал 2-үлгіге – 1%, 3-үлгіге – 0,5%, ал 4-үлгіге – 2% фермент қосылды. Ферменттеу барысы 55 °С температурада 8 сағат бойы жүргізілді. Гидромодуль 1:1, ал pH = 6,5 болды. Содан кейін ферменттерді инактивациялау үшін 85 °С температурада 20 минут бойы қыздырылды.

3-кесте. Тауық сүйектерінің гидролизаттарының химиялық құрамы

Үлгі	Құрамы, %			
	Ылғал	Май	Күл	Ақуыз
1 Үлгі 2,5% «Протозим С»	10,12±0,27	8,34±0,20	22,88±0,59	58,66±1,75
2 Үлгі 1% «Протозим С»	10,96±0,29	8,28±0,20	23,45±0,65	57,31±1,71
3 Үлгі 0,5% «Протозим С»	10,94±0,29	8,35±0,20	24,21±0,67	56,5±1,69
4 Үлгі 2% «Протозим С»	7,14±0,18	6,76±0,01	27,63±0,77	58,77±1,75

Шикізат массасына 2% фермент қосылған үлгі қоюландыруға ұшыратылды. Ал қоюланған өнімді сублимациялық кептіру үшін мұздатуға жіберілді. Сублимациялық кептіру –55 °С температурада және 10 кПа вакуумда жүргізілді. Осылайша алынған құрғақ гидролизаттар кейіннен химиялық құрамын және физика-химиялық қасиеттерін анықтау үшін талдауға алынды.

Тауық сүйектерінен алынған гидролизаттардың химиялық құрамының нәтижесін 3-кестеден көре аламыз.

Тауық сүйектерінен алынған гидролизаттардың химиялық құрамы 3-кестеде келтірілген. Зерттеу барысында әртүрлі концентрациядағы «Протозим С» ферментін қолдану арқылы алы-

нған үлгілердің ылғал, май, күл және ақуыз мөлшерлері салыстырмалы түрде бағаланды.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, барлық үлгілерде ылғал мөлшері 7,14 %-дан 10,96 %-ға дейін аралықта өзгергенін көре аламыз. Ең төмен ылғыл мөлшері 4-үлгіде (7.14%) анықталды, бұл оның қоюландыру үрдісіне ұшырағанымен байланысты болуы мүмкін.

Май мөлшері барлық үлгілерде салыстырмалы түрде тұрақты болып, 6,76%-дан 8,35%-ға дейінгі диапазонда тіркелді. Бұл көрсеткіш фермент концентрациясының май құрамына айтарлықтай әсер етпейтінін көрсетеді.

Күл мөлшері (минералдық заттар) 22,88%-дан 27,63%-ға дейін өзгеріп, ең жоғары мән 4-үлгіде анықталды. Бұл сүйек тінінің минералдық құрамының жоғары болуымен және өңдеу барысында органикалық заттардың ыдырауы нәтижесінде минералдардың салыстырмалы үлесінің артуымен түсіндіріледі.

Ақуыз мөлшері бойынша ең жоғары көрсеткіш 4-үлгіде (58,77%) тіркелді, ал ең төмен көрсеткіш 3-үлгіде (56,5%) байқалды. Бұл нәтижелер фермент концентрациясының артуы гидролиз процесінің тиімділігін жоғарылатып, ақуыздың экстракциялану деңгейін арттыратынын дәлелдейді.

Сонымен қатар, 2,5% және 2% «Протозим С» қолданылған үлгілерде ақуыз мөлшерінің жоғары болуы ферменттің жеткілікті концентрацияда қолданылуы коллаген құрылымының тиімді ыдырауына ықпал ететінін көрсетеді. Ал фермент мөлшері төмендеген жағдайда (0,5–1%) гидролиз деңгейі салыстырмалы түрде төмен болып, ақуыз шығымы да азаятыны байқалды.

Нәтижелер фермент концентрациясы мен технологиялық өңдеу тәсілдері гидролизаттардың химиялық құрамына айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Әсіресе, «Протозим С» ферментінің жоғары концентрациясы мен қосымша технологиялық өңдеу (қоюландыру) гидролизаттағы ақуыз мөлшерін арттырудың тиімді тәсілі болып табылады.

Алынған барлық үлгілерді сублимациялық кептіру әдісі арқылы кептірілді. Тауық сүйектерінен алынған құрғақ гидролизаттардың органолептикалық сапа көрсеткіштері бағаланды. Сыртқы түрі бойынша тәжірибелік үлгілер қоңыр түсті ұсақ ұнтақ түрінде болды. Ал иістері өткір, құс сүйегіне тән болды.

Ультрадыбыстық өрістің ферментация үрдісіне әсерін зерттеу. Тауық терісі, сүйектері, шеміршектері, аяқтары және асқазаны 55 °С температурада 8 сағат бойы өңделді. «Протозим С» ферменті шикізат массасының 10%-ы мөлшерінде, «Коллагеназа» ферменті шикізат массасының 2% мөлшерінде болды.

Ультрадыбыстық өңдеу болса температура 55 °С, 8 сағат бойы, 80 кГц жиілікте жүргізілді. Содан кейін, салыстыру үшін 55 °С температурада 8 сағат бойы ультрадыбыстық әсерсіз ферментация жүргізілді.80 кГц жиілікте кавитациялық көпіршіктер ұсақ болып келеді, бұл жұмсағырақ әрі біркелкі гидродинамикалық әсерді қамтамасыз етеді. Мұндай жұмсақ режим ферменттердің денатурациясын болдырмай, 8 сағат бойы тұрақты жұмыс істеуіне қолайлы жағдай жасады.

Оларды зерттеу үшін келесі нұсқалар дайындалды: 1-ші нұсқада Сүйек (Протозим С + қоюландыру 2%**),** 2-ші нұсқа үшін Сүйек (Протозим С + ультрадыбыс), 3-ші нұсқа үшін Сүйек (Коллагеназа), 4-ші нұсқада Тері (Коллагеназа), 5-ші нұсқада Тері (Протозим С + ультрадыбыс), 6-шы нұсқада Асқазан (Протозим С), 7-ші нұсқада Асқазан (Протозим С + ультрадыбыс) алынды.

Құстың құрамында коллаген бар шикізат гидролизаттарының химиялық құрамы туралы 4-кестедегі мәліметтерге сүйене отырып, шикізатты гидролиздеу процесінде ультрадыбысты қолдану термостаттағы гидролизбен салыстырғанда ақуыз фракциясының шығымын 2% - ға арттырды деген қорытынды жасауға болады.

Тауықтың коллагенге бай шикізатынан алынған құрғақ гидролизаттардың органолептикалық сапа көрсеткіштері кешенді түрде бағаланды. Зерттеу нәтижелері 5-кестеде берілген. Алынған деректер бойынша гидролизаттардың сыртқы түрі, түсі және иіс көрсеткіштері бойынша

салыстырмалы талдауға мүмкіндік берді.

Сыртқы түрін бағалау барысында барлық тәжірибелік үлгілердің ұнтақ тәрізді құрылымда екені анықталды. Өнімдердің көпшілігі біртекті немесе біркелкі құрғақ масса түрінде сипатталып, бұл гидролиз процесінің тиімді өткенін және шикізаттың жеткілікті дәрежеде ыдырағанын көрсетеді. Мұндай құрылым тағамдық қоспалар мен функционалдық ингредиенттер өндірісінде маңызды технологиялық көрсеткіш болып табылады.

4-кесте. Тауықтың коллагенге бай шикізат гидролизаттарының химиялық құрамы

Үлгі	Құрамы, %			
	Ылғал	Май	Күл	Ақуыз
1 Нұсқа	5,29±0,13	8,65±0,22	47,02±1,41	39,04±1,09
2 Нұсқа	5,48±0,13	8,87±0,23	48,89±1,46	36,76±1,10
3 Нұсқа	5,68±0,14	8,49±0,22	49,42±1,48	36,41±1,02
4 Нұсқа	5,09±0,12	34,93±1,04	26,57±0,74	33,41±0,90
5 Нұсқа	5,03±0,12	35,01±0,98	23,05±0,62	37,00±1,03
6 Нұсқа	5±0,13	3,35±0,08	3,96±0,10	87,69±2,54
7 Нұсқа	5±0,14	3,23±0,08	4,39±0,11	87,38±2,62

Түсі бойынша тәжірибелік үлгілер арасында айқын айырмашылықтар байқалды. Гидролизаттардың түсі ашық қоңырдан қою сарғышқа дейін өзгеріп отырды. Кейбір үлгілерде ашық-қоңыр және сүт түстес реңктер тіркелді, бұл шикізаттың түріне, өңдеу режиміне және гидролиз тереңдігіне тікелей байланысты. Қою сарғыш түсті үлгілерде ақуыздық фракциялардың концентрациясы жоғары болуы мүмкін деген болжам жасалады.

Иіс көрсеткіші зерттеу барысында маңызды органолептикалық параметр ретінде қарастырылды. Барлық тәжірибелік үлгілерде жалпы алғанда шикізатқа тән, айқын немесе әлсіз иіс байқалды. Бірқатар үлгілерде иіс өткір сипатта болса, кейбірінде оның қарқындылығы төмен болып, табиғи және әлсіз иіс ретінде бағаланды. Атап айтқанда, асқазаннан алынған гидролизаттарда иістің әлсіз болуы олардың бастапқы шикізат құрамының ерекшелігімен және дәнекер тін үлесінің төмен болуымен түсіндіріледі.

Органолептикалық талдау нәтижелері алынған гидролизаттардың сапалық көрсеткіштері шикізат түріне, өңдеу әдісіне және гидролиз процесінің шарттарына тәуелді екенін көрсетті. Бұл деректер коллагенге бай құс шикізатынан алынатын өнімдердің технологиялық қасиеттерін оңтайландыруда маңызды ғылыми негіз болып табылады.

Өнімнің органолептикалық көрсеткіштерін жақсарту үшін және ақуыздың шығуын арттыру мақсатында «Энзимикс-У» препаратын, ірімшік сарысуын және наубайханалық ашытқыларын пайдаланып тәжірибелер жүргізілді.

Зерттеу барысында 1-үлгіде су модулі 1:2 қатынасы бойынша, жұқа ұсақталған тері наубайханалық ашытқылармен өңделді. Өңдеу термостатта 40 °С температурада 18 сағат бойы жүргізілді. Содан кейін ерітінді төгіліп, тері сумен жуылды. Тері қалдығы «Коллагеназа» («Биопрепарат») ферменттік препаратымен тері қалдығы шикізат массасының 2% және 55 °С температурада 6 сағатта ферменттелді.

«Энзимикс-У», ірімшік сарысуы және наубайханалық ашытқыларды қолдану арқылы органолептикалық көрсеткіштер мен ақуыз шығымын арттыру әдісі.

5-кесте. Тауықтың коллагенге бай шикізат гидролизаттарының органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіштің атауы	1 Нұсқа	2 Нұсқа	3 Нұсқа	4 Нұсқа	5 Нұсқа	6 Нұсқа	7 Нұсқа
Сыртқы түрі	Ұнтақ тәрізді, біртекті масса	Ұнтақ, біркелкі құрылымды	Ұнтақ, біртекті	Ұнтақ, біркелкі	Ұнтақ, біркелкі құрғақ масса	Ұнтақ, біркелкі құрылымды	Ұнтақ, біркелкі
Түсі	Ашық қоңыр	Қоңыр	Ашық-қоңыр	Сүт түстес	Қою сарғыш	Қою сарғыш	Ашық сарғыш
Иісі	Өткір, шикізатқа тән	Өткір иісті	Шикізатқа тән, өткір	Өткір, шикізатқа тән	Шикізатқа тән, өткір	Шикізатқа тән	Табиғи, әлсіз иісті

2-үлгі бойынша тауық аяқтарын 20 % «Протозим С» препаратымен 55 °С температурада 3 сағат бойы ультрадыбыстық өрісте жиілігі 37 кГц-те ферменттелді.

3-үлгі бойынша тауық аяқтарына 40% мөлшерде «Протозим С» препаратымен ультрадыбыстық өрісте 55 °С температурада 3 сағат бойы 37 кГц ферменттелінді.

4-үлгі бойынша тауық аяқтарына 40% мөлшерде «Протозим С» препаратымен 55 °С температурада 6 сағат бойы ферменттелінді.

5-үлгі бойынша тауық аяқтарын 20% мөлшерде «Протозим С» препаратымен 55 °С температурада 6 сағат бойы ферменттелінді.

6-үлгі бойынша тауық аяқтары мен сүйектері 1:1 қатынасында араластырылып, 15% мөлшерде шикізат массасына шаққанда «Протозим С» препаратымен 55 °С температурада 6 сағат бойы ферменттелінді.

7-үлгі бойынша тері «Энзимикс-У» препаратымен, ірімшік сарысуында (өндіруші – «Зайтенов» ЖК, Абай облысы) сұйылтылған күйде өңделді. Оны 40 °С температурада 16 сағат бойы термостатта өңдеу жүргізілді. Содан кейін сарысу төгіліп, тері жуылды, шикізат массасына шаққанда 10% мөлшерде «Протозим С» ферменті қосылып араластырылып, 55 °С температурада 6 сағат бойы ферменттелінді.

8-үлгі бойынша тауық аяқтарын су модулі 1:1 қатынасында «Энзимикс-У» препаратымен ірімшік сарысуында, 36 °С температурада өңделді. «Энзимикс-У» мөлшері шикізат массасының 0,02%-ын құрады. Ал ферменттеу болса, 55 °С температурада 6 сағат бойы жүргізілді.

Ал тауық аяқтарын жеке өңдеу (2 және 3-үлгілер) кезінде төменгі 37 кГц жиілік қолданылып, әсер ету уақыты 3 сағатқа дейін қысқартылды. Төменгі жиіліктегі (37 кГц) акустикалық кавитация әлдеқайда үлкен көпіршіктер түзіп, күшті механикалық соққылар мен ығысу күштерін тудырады. Бұл тауық аяғы сияқты өте тығыз, кеуектілігі төмен коллагенді матрицаны бұзу үшін өте тиімді болды. Механикалық әсердің күштілігіне байланысты қажетті деструкция деңгейіне бар-жоғы 3 сағат ішінде қол жеткізілді, бұл өз кезегінде уақытты үнемдеуге мүмкіндік берді. Осылайша, УДЗ параметрлерінің айырмашылығы шикізаттың тығыздығы мен ферменттік реакцияның оңтайлы кинетикасына тікелей тәуелді болды.

Тәжірибе барысында бірнеше технология бойынша 8 үлгі әзірленгенді. Барлық үлгілер сублимациялық кептіру әдісімен кептірілді және олар ұнтақ түрінде болды. Түсі бойынша үлгілердің басым бөлігі қоңыр және ашық-қоңыр реңкті, ал 1-үлгі сүт түстес, 6-үлгі қою сарғыш-қоңыр түсті болып сипатталды. Ал иісіне келсек, 1, 7 және 8 үлгілерде бөгде иіс байқалмаған еді, ал қалған үлгілерде шикізатқа тән табиғи иіс бол-

ды.

Алынған гидролизаттардың органолептикалық сипаттамалары олардың біртекті ұнтақ консистенцияда екенін және қолданылған өңдеу әдістеріне байланысты түс пен иіс көрсеткіштерінде аздаған айырмашылықтар бар екенін көрсетті.

Сонымен қатар, сублимациялық кептіру әдісі өнімнің құрылымдық тұрақтылығын сақтауға және оның сапалық қасиеттерін жоғалтпауға мүмкіндік бергені анықталды. Бұл әдіс биологиялық құндылығы жоғары гидролизаттарды алуда тиімді технология ретінде бағаланады.6-кестеде гидролизаттың органолептикалық көрсеткіші көрсетілген.

6-кесте. Гидролизаттың органолептикалық көрсеткіштері

Көрсеткіш атауы	**1 үлгі**	**2 үлгі**	**3 үлгі**	**4 үлгі**	**5 үлгі**	**6 үлгі**	**7 үлгі**	**8 үлгі**
Сыртқы түрі	Ұнтақ, біртекті	Ұнтақ, біркелкі құрғақ масса	Ұнтақ тәрізді, біртекті масса	Ұнтақ, біртекті	Ұнтақ, біріңғай масса	Ұнтақ	Ұнтақ тәрізді, біртекті масса	Ұнтақ, біртекті
Түсі	Сүт түстес	қоңыр	қоңыр	қоңыр	Қоңыр	қою сарғыш-қоңыр түсті	Ашық-қоңыр түсті	Ашық қоңыр түсті
Иісі	Бөгде иісі жоқ	Шикізатқа тән	Шикізатқа тән	Шикізатқа тән	Шикізатқа тән	Шикізатқа тән	Бөгде иіссіз	Бөгде иіссіз

7-кесте. Әртүрлі өңдеу тәсілдерінде алынған гидролизаттардың физика-химиялық сипаттамалары

Үлгі	**Ылғал мөлшері, %**	**Май мөлшері, %**	**Күл мөлшері, %**	**Ақуыз мөлшері, %**
1 үлгі	5,05±0,12	36,74±1,10	24,81±0,66	33,39±0,93
2 үлгі	6,47 ± 0,16	9,10 ± 0,23	40,41 ± 1,13	44,02 ± 1,32
3 үлгі	5,95 ± 0,14	9,81 ± 0,25	47,92 ± 1,38	32,32 ± 0,90
4 үлгі	5,95 ± 0,14	9,81 ± 0,25	47,92 ± 1,38	32,32 ± 0,90
5 үлгі	6,47 ± 0,16	9,10 ± 0,23	40,41 ± 1,13	44,02 ± 1,32
6 үлгі	5,29 ± 0,13	8,65 ± 0,22	47,02 ± 1,41	39,04 ± 1,13
7 үлгі	6,14 ± 0,15	4,82 ± 0,12	36,79 ± 0,99	52,25 ± 1,51
8 үлгі	5,68 ± 0,14	8,49 ± 0,22	49,42 ± 1,48	36,41 ± 1,01

Зерттелген үлгілердің физика-химиялық көрсеткіштері қолданылған фермент пен өңдеу тәсіліне байланысты өзгереді. Ең жоғары ақуыз мөлшері 7-үлгіде (52,25%) тіркеліп, бұл Протозим мен Энзимикс ферменттерінің біріктірілген әсерімен түсіндіріледі.

Ең жоғары май мөлшері 1-үлгіде (36,74%)

байқалды, ал күл мөлшері ең көп 8-үлгіде (49,42%) және 3-үлгіде (47,92%) анықталды. Бұл сүйек ұлпасының минералды құрамының жоғары болуымен байланысты.

Барлық үлгілерде ылғал мөлшері төмен (5-6%) деңгейінде сақталған, бұл құрғақ заттардың үлесінің басымдығын көрсетеді. Жалпы алғанда, фермент түрі мен өңдеу режимі өнімнің құрамдық сапасына елеулі әсер етеді.

Осылайша, алынған нәтижелер құрамында коллаген бар құс шикізатын әртүрлі ферментативтік және физикалық әдістермен өңдеу гидролизаттардың химиялық құрамына айтарлықтай әсер ететінін көрсетті.

Зерттелген үлгілердің физика-химиялық көрсеткіштері қолданылған ферменттік препараттар мен өңдеу технологиясына тікелей тәуелді екені анықталды. (7-кесте). Бұл өз кезегінде гидролиз процесінің тиімділігі шикізаттың биохимиялық құрамын айтарлықтай өзгертетінін көрсетеді.

Ең жоғары ақуыз мөлшері 7-үлгіде (52,25%) тіркелді. Бұл көрсеткіш Протозим және Энзимикс ферменттерінің біріктірілген әсерімен, сондай-ақ ультрадыбыстық өңдеудің ықтимал каталитикалық ықпалымен түсіндіріледі. Мұндай комбинация коллаген құрылымын тиімді ыдыратып, ерігіш ақуыздардың шығымын арттырады.

Ең жоғары май мөлшері 1-үлгіде (36,74%) байқалды. Бұл үлгіде гидролиз деңгейінің салыстырмалы түрде төмен болуы май фракциясының толық ыдырамауына әкелгенін көрсетеді.

Күл (минералдық) мөлшері ең жоғары көрсеткіш 8-үлгіде (49,42%) және 3-үлгіде (47,92%) анықталды. Бұл нәтижелер сүйек тінінің жоғары минералдануымен және сүйек ұлпасынан алынған шикізаттың үлес салмағымен тікелей байланысты.

Барлық үлгілерде ылғал мөлшері төмен деңгейде (5-6%) сақталған. Бұл сублимациялық кептіру әдісінің тиімділігін және өнімнің құрғақ заттар үлесінің жоғары екенін дәлелдейді.

2, 5 және 7 үлгілерде ақуыз мөлшері салыстырмалы түрде жоғары (44,02–52,25%) көрсеткіштерге ие болды. Бұл ферменттік өңдеу режимдерінің оңтайлы үйлесімі нәтижесінде протеиндердің терең гидролизге ұшырап, ерігіш пептидтерге айналуымен түсіндіріледі. Ал 3, 4 және 8 үлгілерде ақуыз мөлшері орташа деңгейде (32,32–36,41%) байқалды, бұл гидролиз процесінің салыстырмалы түрде баяу немесе толық емес жүруімен байланысты болуы мүмкін.

Жалпы алғанда, алынған нәтижелер фермент түрі мен өңдеу режимінің өнімнің құрамдық сапасына айтарлықтай әсер ететінін дәлелдейді. Осылайша, құрамында коллаген бар құс шикізатын әртүрлі ферментативтік және физикалық өңдеу әдістері арқылы қайта өңдеу гидролизаттардың химиялық құрамын мақсатты түрде өзгертуге және олардың функционалдық қасиеттерін жақсартуға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеу нәтижелерін қорыта келгенде, құрамында коллаген бар құс шикізаты соның ішінде тауық терісі, сүйектері, асқазаны мен аяқтарын ферментативтік жолмен өңдеу тағамдық гидролизаттар алудың тиімді тәсілі болып табылады.

Тәжірибе барысында «Протозим С», «Коллагеназа» және «Энзимикс-У» ферменттерінің шикізатқа әсері салыстырмалы түрде зерттелді. Алынған нәтижелер ферменттік өңдеу параметрлерінің өнім сапасына айтарлықтай ықпал ететінін көрсетті.

Шикізаттың фермент концентрациясын арттыру, ультрадыбыстық (УДЗ) өңдеуді қолдану және қосымша биопрепараттарды (ашытқылар мен ірімшік сарысуы) енгізу ақуыз мөлшерінің едәуір жоғарылауына әкелетіні анықталды.

Атап айтқанда, тауық терісі үлгілерінде (Протозим 10% + Энзимикс-У) ақуыз мөлшері ең жоғары көрсеткішке ие болды, бұл осы комбинацияның коллаген құрылымын тиімді ыдыратынын және ақуыз шығымын арттыратынын дәлелдейді.

Ал сүйек гидролизаттарында минералдық заттардың үлесі жоғары екені байқалды, бұл олардың морфологиялық ерекшелігімен және сүйек тінінің табиғи минералдану деңгейімен түсіндіріледі.

Ультрадыбыстық (УДЗ) өңдеу кейбір шикізат түрлерінде, әсіресе тері мен сүйек үлгілерінде, гидролиз процесінің тиімділігін арттырды. Сонымен қатар, ол ферменттердің шикізатқа енуін жеңілдетіп, жалпы гидролиз жылдамдығын жоғарылатты. Нәтижесінде алынған үлгілердің органолептикалық қасиеттері жақсарып, дәмі мен иісі жағынан жұмсақ әрі жағымды сипатқа ие болды.

Жалпы алғанда, зерттеу нәтижесінде алынған коллагені бар құс шикізатын кешенді биотехнологиялық өңдеу арқылы жоғары ақуызды тағамдық гидролизаттар алуға болатынын көрсетеді. Мұндай өнімдер тағам өнеркәсібінде, биологиялық белсенді қоспалар мен функционалды тағамдар өндіруде перспективалы болып келеді.

Қаржыландыру. *Зерттеу ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігінің қаржылық қолдауымен № BR24992938 ғылыми жобасы аясында орындалды.*

Әдебиеттер

1. Schmidt M. M. et al. Ultrasound as an alternative method to increase the extraction yield from chicken mecanically separated meatresidue collagen//Journal of Food Science and Technology. - 2021. - Vol.58. - No.7. - P.2487-2496. DOI 10.1007/s13197-020-04755-1.

2. Santana J. C. C., Gardim R. B., Almeida P. F., Borini G. B., Quispe A. P. B., Llanos S. A. V., Heredia J. A., Zamuner S., Gamarra F. M. C., Farias T. M. B., Ho L. L., Berssaneti F. T. Valorization of chicken feet by-product of the poultry industry: High qualities of gelatin and biofilm from extraction of collagen // Polymers. -2020. -Vol.12(3):529. DOI 10.3390/polym12030529.

3. Cliché S., Amiot J., Avezard C., Gariépy C. Extraction and characterization of collagen with or without telopeptides from chicken skin//Poultry Science. - 2003. - Vol.82(3). - P.503–509. DOI 10.1093/ps/82.3.503.

4. Munasinghe K., Schwarz J., Nyame A. Chicken collagen from low market value by-products as an alternate source// International Journal of Food Science. - 2014. - No.1. - P.1-6. DOI 10.1155/2014/298295.

5. Arunmozhivarman K., Abraham R., Rao V., Parthiban M. Extraction and characterization of collagen from poultry meat processing by-product (chicken skin)// International Journal of Pure & Applied Bioscience. - 2017. - Vol.5(5). - P.1085–1091.DOI 10.18782/2320-7051.5337.

6. Dhakal D., Koomsap P., Lamichhane A., Sadiq M., Anal A. Optimization of collagen extraction from chicken feet by papain hydrolysis and synthesis of chicken feet collagen based biopolymeric fibres//Food Bioscience. - 2018. - Vol.23. - P.23-30. DOI 10.1016/j.fbio.2018.03.003.

7. Zhou C., Yanhua L., Yu X., Yang H., Yagoub A., Cheng Y., Hu J., Otu P. Extraction and characterization of chicken feet soluble collagen// LWT. - 2016. - Vol.74. - P.145–153. DOI 10.1016/j.lwt.2016.07.024.

8. Hashim P., Ridzwan M., Bakar J. Isolation and Characterization of Collagen from Chicken Feet// World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering. - 2014. - Vol.8. - P.250-254. URL: https://www.semanticscholar.org. Accessed on April 2 of 2026.

9. Prokopová A., Gál R., Mokrejš P., Pavlačková J. Preparation of Gelatin from Broiler Chicken Stomach Collagen // Foods. - 2023. - Vol. 12(1): 127. DOI 10.3390/foods12010127.

10. Polaštíková A., Gál R., Mokrejš P., Orsavová J. Preparation of protein products from collagen-rich poultry tissues // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. - 2020. - Vol.14. - P.713-720. DOI 10.5219/1319.

11. Рощина А. Д., Шульгина Л. В. Комбинированные консервы функционального назначения на основе куриных желудков и фасоли // Международная научно-практическая конференция «Потре-

бительский рынок XXI-го века: стратегии, технологии, инновации». - Хабаровск: РИЦ ХГУЭП, 2015. - С.43-45.URL: https://share.google. Дата обращения: 29.12.2025.

12. Bravo F. I. et al. Valorization of chicken slaughterhouse byproducts to obtain antihypertensive peptides//Nutrients. - 2023. - Vol.15(2): 457. DOI 10.3390/nu15020457.

13. Lasekan A., Bakar F. A., Hashim D. Potential of chicken by-products as sources of useful biological resources//Waste management. - 2013. - Vol.33(3). - P.552-565. DOI 10.1016/j.wasman.2012.08.001.

14. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. - М.: Колос. -2004. - 571 С. ISBN: 5-9532-0187-7.

15. ГОСТ 9959–2015. Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки. - Москва: Стандартинформ, 2016. - 19 С. URL:https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293756/4293756013.htm. Дата обращения: 29.12.2025.

References

1. Schmidt M. M. et al. Ultrasound as an alternative method to increase the extraction yield from chicken mecanically separated meatresidue collagen//Journal of Food Science and Technology. - 2021. - Vol.58. - No.7. - P.2487-2496. DOI 10.1007/s13197-020-04755-1.

2. Santana J. C. C., Gardim R. B., Almeida P. F., Borini G. B., Quispe A. P. B., Llanos S. A. V., Heredia J. A., Zamuner S., Gamarra F. M. C., Farias T. M. B., Ho L. L., Berssaneti F. T. Valorization of chicken feet by-product of the poultry industry: High qualities of gelatin and biofilm from extraction of collagen // Polymers. -2020. -Vol.12(3):529. DOI 10.3390/polym12030529.

3. Cliché S., Amiot J., Avezard C., Gariépy C. Extraction and characterization of collagen with or without telopeptides from chicken skin//Poultry Science. - 2003. - Vol.82(3). - P.503–509. DOI 10.1093/ps/82.3.503.

4. Munasinghe K., Schwarz J., Nyame A. Chicken collagen from low market value by-products as an alternate source// International Journal of Food Science. - 2014. - No.1. - P.1-6. DOI 10.1155/2014/298295.

5. Arunmozhivarman K., Abraham R., Rao V., Parthiban M. Extraction and characterization of collagen from poultry meat processing by-product (chicken skin)// International Journal of Pure & Applied Bioscience. - 2017. - Vol.5(5). - P.1085–1091.DOI 10.18782/2320-7051.5337.

6. Dhakal D., Koomsap P., Lamichhane A., Sadiq M., Anal A. Optimization of collagen extraction from chicken feet by papain hydrolysis and synthesis of chicken feet collagen based biopolymeric fibres//Food Bioscience. - 2018. - Vol.23. - P.23-30. DOI 10.1016/j.fbio.2018.03.003.

7. Zhou C., Yanhua L., Yu X., Yang H., Yagoub A., Cheng Y., Hu J., Otu P. Extraction and characterization of chicken feet soluble collagen// LWT. - 2016. - Vol.74. - P.145–153. DOI 10.1016/j.lwt.2016.07.024.

8. Hashim P., Ridzwan M., Bakar J. Isolation and Characterization of Collagen from Chicken Feet// World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering. - 2014. - Vol.8. - P.250-254. URL: https://www.semanticscholar.org. Accessed on April 2 of 2026.

9. Prokopová A., Gál R., Mokrejš P., Pavlačková J. Preparation of Gelatin from Broiler Chicken Stomach Collagen // Foods. - 2023. - Vol. 12(1): 127. DOI 10.3390/foods12010127.

10. Polaštíková A., Gál R., Mokrejš P., Orsavová J. Preparation of protein products from collagen-rich poultry tissues // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. - 2020. - Vol.14. - P.713-720. DOI 10.5219/1319.

11. Roshhina A. D., Shul’ gina L. V. Kombinirovannye konservy funkcional’ nogo naznachenija na osnove kurinyh zheludkov i fasoli // Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija «Potrebitel’ skij rynok XXI-go veka: strategii, tehnologii, innovacii». - Habarovsk: RIC HGUJeP, 2015. - S. 43-45.URL: https://share.google. Data obrashhenija: 29.12.2025.

12. Bravo F. I. et al. Valorization of chicken slaughterhouse byproducts to obtain antihypertensive peptides//Nutrients. - 2023. - Vol.15(2): 457. DOI 10.3390/nu15020457.

13. Lasekan A., Bakar F. A., Hashim D. Potential of chicken by-products as sources of useful biological resources//Waste management. - 2013. - Vol.33(3). - P.552-565. DOI 10.1016/j.wasman.2012.08.001.

14. Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Metody issledovanija mjasa i mjasnyh produktov. - M.: Kolos. -2004. - 571 C. ISBN: 5-9532-0187-7.

15. GOST 9959–2015. Mjaso i mjasnye produkty. Obshhie uslovija provedenija organolepticheskoj ocenki. - Moskva: Standartinform, 2016. - 19 C. URL:https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293756/4293756013.htm. Data obrashhenija: 29.12.2025.

Авторлар туралы мәлімет

Суйчинов А.К. - PhD, директор, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты» ЖШС Семей филиалы, Семей, Қазақстан, e-mail: asuychinov@gmail.com;

Кәкімов А. Қ. – техника ғылымдарының докторы, профессор, «Шәкәрім университеті» КЕҚ, Қазақстан, Семей, Қазақстан, e-mail: bibi.53@mail.ru;

Окусханова Э. Қ. – қауымдастырылған профессор, PhD, «Шәкәрім университеті» КЕҚ, Семей, Қазақстан, e-mail: eokuskhanova@gmail.com;

Қапашева Г.Ә. – техника ғылымдарының магистрі, ғылыми қызметкер, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты» ЖШС Семей филиалы, Семей, Қазақстан, e-mail: gena.89.89@mail.ru.

Information about the authors

Suychinov A.K. - PhD, director, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Semey Brunch), Semey, Kazakhstan, e-mail: asuychinov@gmail.com;

Kakimov A. K. - Doctor of Technical Sciences, professor, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Semey Brunch), Semey, Kazakhstan, e-mail: bibi.53@mail.ru;

Okuskhanova E.K. - Associate Professor, PhD, NAO ”Shakarim University”, Semey, Kazakhstan, e-mail: eokuskhanova@gmail.com;

Kapasheva G. A. – Master of Technical Sciences, researcher, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry (Semey Brunch), Semey, Kazakhstan, e-mail: gena.89.89@mail.ru.