

## ФЕРМЕНТТІК ГИДРОЛИЗДІҢ ЖАНУАРТЕКТЕС КОЛЛАГЕНДІ ШИКІЗАТЫНА ӘСЕРІ

<sup>1</sup>Г.М. ТОҚЫШЕВА , <sup>2</sup>G. ZAMARATSKAIA , <sup>3</sup>Б.Б. ХАСЕНОВ , <sup>3</sup>С.А. АКТАЕВА ,  
<sup>1</sup>А.Т. КОСТАНОВА , <sup>1</sup>Д.К. АЙКЕН , <sup>1</sup>Қ.Қ. МАҚАНГАЛИ \*

<sup>1</sup>«ЖеАҚ «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті»,  
Қазақстан Республикасы, 010000, Астана, Жеңіс 62

<sup>2</sup>Швеция аграрлық ғылымдар университеті, SE-750 07, Уппсала, Швеция

<sup>3</sup>Ұлттық биотехнология орталығы, Қазақстан Республикасы, 010000, Астана, Қорғалжын тас жолы, 13/5)  
Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: kmakangali@mail.ru\*

*Етті өңдеу кезінде субөнімдердің едәуір бөлігі қалдық ретінде өңделмей тасталады немесе құндылығы төмен өнімдерді өндіру үшін қолданылады. Ет субөнімдері (мысалы, сирақтар) ақуыз гидролизатын алудың жақсы көзі болып табылады, өйткені олар көп мөлшерде өндіріледі және ақуыздарға бай. Бұл жанана өнімдерді ферментативті гидролиз арқылы құндылығы жоғары өнімдерге тиімді қолдану және өңдеу үшін жүнді субөнімдерден ақуыз гидролизаты алынды. Ақуыз гидролизаты – бұл функционалды тағамдарды дамытуға арналған перспективалы тағамдық ингредиент. Ақуыз гидролизатын алу үшін ферменттік препарат таңдалды және гидролиз параметрлері (концентрациясы, ұзақтылығы) анықталды. Өндірісте геродиетикалық бағыттағы ет өнімдерін қолдану мақсатында ақуыз гидролизатының физика-химиялық, микробиологиялық қасиеттері зерттелді. Сыыр етінің сирақтарынан алынған ақуыз гидролизаттарында глициннің жоғары концентрациясы – 27,160±9,235%, валин мен пролин 17,284±6,914 16,667±4,333%, аланин – 10,494±2,728%, аргинин – 6,173±2,469% дерлік жоғары деңгейді көрсетті. Дайын ақуыз гидролизатының минералды құрамын зерттеу макро және микро-элементтердің концентрациясының деңгейін көрсетті: кальций - 0,93±0,005 мг/100 г, магний - 0,27±0,005 мг/100 г және мырыш - 0,07±0,001 мг/100 г. Жүнді субөнімдерінен ақуыз гидролизатын алудың технологиялық схемасы жетілдіріп, ұсынылды. Сыыр етінің ақуыздарының гидролизін қамтамасыз ететін ферменттік препарат ретінде 1% BLT 7 қолдану тиімділігі негізделген.*

**Негізгі сөздер:** субөнімдер, тағамдық құндылық, ет өнімдері, екіншілік шикізат, ақуыз гидролизаты.

## ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТНОГО ГИДРОЛИЗА НА КОЛЛАГЕНОВОЕ СЫРЬЕ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

<sup>1</sup>Г.М. ТОҚЫШЕВА, <sup>2</sup>G. ZAMARATSKAIA, <sup>3</sup>Б.Б. ХАСЕНОВ, <sup>3</sup>С.А. АКТАЕВА  
<sup>1</sup>А.Т. КОСТАНОВА, <sup>1</sup>Д.К. АЙКЕН, <sup>1</sup>К.К. МАҚАНГАЛИ\*

<sup>1</sup>«Қазақский агротехнический университет им. С.Сейфуллина», Казахстан,  
010011, г.Астана, пр. Жеңіс 62

<sup>2</sup>Шведский университет аграрных наук, SE-750 07, Уппсала, Швеция

<sup>3</sup>Национальный центр биотехнологии, Казахстан, 010000, г. Астана, Кургальжинское шоссе, 13/5)  
Электронная почта автора корреспондента: kmakangali@mail.ru\*

*Во время переработки мяса значительная часть субпродуктов выбрасывается как отходы или используется для малоценных продуктов. Мясные субпродукты (например, ноги с путовым суставом) являются хорошими источниками для получения белкового гидролизата, поскольку они производятся в больших количествах и богаты белками. Для того, чтобы эти побочные продукты выгодно перерабатывать в ценные продукты путем ферментативного гидролиза, был получен белковый гидролизат из шерстных субпродуктов. Белковый гидролизат является перспективным пищевым ингредиентом для разработки функциональных продуктов питания. Для получения белкового гидролизата был выбран ферментный препарат и определены параметры гидролиза (концентрация, длительность). Исследовали физико-химические, микробиологические свойства белкового гидролизата с целью применения в производстве мясных продуктов геродиетического направления. Полученные данные показали, что гидролизаты из говяжьих ног содержат высокую концентрацию глицина – 27,160±9,235 %, валин и пролин показали почти одинаковый высокий уровень – 17,284±6,914 16,667±4,333%, аланин – 10,494±2,728 %, аргинин*

– 6,173±2,469%. Исследования минерального состава готового белкового гидролизата показали уровень концентрации макро и микроэлементов: кальция - 0,93±0,005 мг/100 г, магния - 0,27±0,005 мг/100 г и цинка - 0,07±0,001 мг/100 г. Разработана и предложена технологическая схема получения белкового гидролизата из шерстных субпродуктов. Обоснована эффективность применения 1% BLT 7 в качестве ферментного препарата, обеспечивающего гидролиз белков говяжьих ног с путовым суставом.

**Ключевые слова:** субпродукты, пищевая ценность, мясные продукты, вторичное сырье, белковый гидролизат.

## THE EFFECT OF ENZYME HYDROLYSIS ON COLLAGEN RAW MATERIALS OF ANIMAL ORIGIN

<sup>1</sup>G.M. TOKYSHEVA, <sup>2</sup>G. ZAMARATSKAIA, <sup>3</sup>B.B. KHASSENOV, <sup>3</sup>S.A. AKTAYEVA,  
<sup>1</sup>A.T. KOSTANOVA, <sup>1</sup>D.K. AIKEN, <sup>1</sup>K.K. MAKANGALI\*

<sup>1</sup>JSC «S.Seifullin Kazakh agrotechnical University», Kazakhstan, 010011, Astana, Zhenis ave. 62

<sup>2</sup>Swedish University of Agricultural Sciences, SE-750 07, Uppsala, Sweden

<sup>3</sup>National Center for Biotechnology, Kazakhstan, 010000, Kurgalzhynskoye road 13/5)

Corresponding author e-mail: kmakangali@mail.ru\*

**Abstract.** During the processing of meat, a significant part of the offal is thrown away as waste or used for low-value products. Meat by-products (for example, legs with a putty joint) are good sources for obtaining protein hydrolysate, since they are produced in large quantities and are rich in proteins. In order for these by-products to be advantageously processed into valuable products by enzymatic hydrolysis, protein hydrolysate was obtained from wool by-products. Protein hydrolysate is a promising food ingredient for the development of functional food products. To obtain protein hydrolysate, an enzyme preparation was selected and the parameters of hydrolysis (concentration, duration) were determined. The physicochemical, microbiological properties of protein hydrolysate were investigated for use in the production of meat products of the herodietic direction. The data obtained showed that hydrolysates from beef legs contain a high concentration of glycine – 27.160 ± 9.235%, valine and proline showed almost the same high level – 17.284 ± 6.914 16.667 ± 4.333%, alanine – 10.494 ± 2.728%, arginine – 6.173 ± 2.469%. Studies of the mineral composition of the finished protein hydrolysate showed the concentration of macro and microelements: calcium - 0.93±0.005 mg/100 g, magnesium - 0.27±0.005 mg/100 g and zinc - 0.07±0.001 mg/100 g. A technological scheme for obtaining protein hydrolysate from wool by-products has been developed and proposed. The effectiveness of the use of 1% BLT 7 as an enzyme preparation providing hydrolysis of beef leg proteins with a put joint is substantiated.

**Keywords:** by-products, nutritional value, meat products, secondary raw materials, protein hydrolysate.

### *Kіpіcne*

Егде жастағы халық санының өсу үрдісін және тағамдық қоспаларды өндіру үшін шикізат көздерін кеңейту қажеттілігін, сондай-ақ қолда бар табиғи ресурстардың нақты шектелуін ескере отырып, екіншілік ет шикізатынан биологиялық белсенді ингредиенттермен байытылған геродиетикалық бағыттағы өнімдерді әзірлеу міндеті өзекті болып табылады [1]. Халық арасында ақуыз тапшылығын жоюдың ең жылдам жолдарының бірі ауыл шаруашылығы жануарларын союдың жанама өнімдерін пайдалану негізінде, ақуызды тағамның жаңа түрлерін жасау болып табылады [2]. Осыған байланысты арнайы мақсаттағы өнімдерде одан әрі пайдалану үшін биологиялық құндылығы жоғары тағамдық қоспаларды өндіру сияқты жануарлардан алы-

натын ақуызды барынша пайдалануды қамтамасыз ететін прогрессивті технологияларды әзірлеу ерекше өзекті болып табылады [3]. Қазіргі уақытта ақуыз гидролизаттарын алу үшін мал сою мен өндеудің құны төмен өнімдерін ұтымды пайдалануға көп көңіл бөлінді, олар тағамның құрамдас бөлігі және микробиологиялық өндіріс ортасы ретінде ғана емес, сонымен қатар емдік тамақтануға арналған диеталық өнім ретінде де кеңінен қолданылады [4]. Ет өнеркәсібінің екіншілік шикізатын ұтымды пайдалану материалдық ресурстарды айтарлықтай үнемдеуге ғана емес, сонымен бірге маңызды әлеуметтік мағынаға ие [5]. Бұл жұмыстың мақсаты геродиетикалық шұжық өнімдерінің рецептурасында одан әрі пайдалану үшін ет өндеу кәсіпорындарының екіншілік шикізатынан ақуыз гидролизаттарын

алу технологиясын құру болып табылады. Жұмыста геродиетикалық бағыттағы ет өнімдерін өндіруде қолдану мақсатында ақуыз гидролизатының физика-химиялық, микробиологиялық қасиеттері зерттелді.

#### ***Зерттеу материалдары мен әдістері***

Зерттеу гипотезасы. Ферменттік препаратты қолдану арқылы екіншілік ет шикізатынан сапалы коллагенді алу технологиясы жетілдіріледі. Зерттеу объектілері. Зерттеуді жүргізу үшін бастапқы материал ретінде: Сиыр сирақтары (Астана қаласындағы «Әлем» арнайы ет сататын дүкенінде алынған), BLT 7 ферменті (Өндіруші Ұлттық Биотехнология Орталығы, Астана, Қазақстан Республикасы) және коммерциялық Protease from *Bacillus licheniformis* (P4860, Sigma, Дания) пайдаланылды. РН мәні МЕМСТ 51478-99 арқылы қышқыл-негіз индикаторларының көмегімен анықталды. Ақуыздардың массалық үлесі МЕМСТ 25011-2017 бойынша анықталды. Әдіс үлгіні Къельдаль бойынша минералдандыруға, аммиакты күкірт қышқылы ерітіндісіне айдауға, содан кейін зерттелетін үлгіні титрлеуге негізделген. Майдың массалық үлесін анықтау МЕМСТ 23042-2015 бойынша жүзеге асырылды. Майдың массалық үлесін анықтау әдістері Сокслет экстракциялық аппаратын қолдану арқылы және сүзгіні бөлетін құйғышты қолданудың жеделдетілген әдісі. МЕМСТ 33319-2015 бойынша ылғалды анықтау. Әдіс талданатын сынаманы  $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$  температурада тұрақты массаға дейін құммен кептіруге негізделген. МЕМСТ Р 54354-2011 бойынша микробиологиялық зерттеулер. МЕМСТ 6658-2016 бойынша органолептикалық бағалау, өнім сапасының органолептикалық көрсеткіштерінің нормативтік-техникалық құжаттама талаптарына сәйкестігін анықтауға негізделген.

#### ***Әдеби шолу***

Ақуыз гидролизаттарын қолданудың оң әсері организмдегі ақуыз балансын қалпына келтіру үшін ғана емес, сонымен бірге интоксикация әсерін азайту және иммундық жүйенің белсенділігін арттыру екені туралы атап өтілді [6]. Ақуыз гидролизаттары – бұл жеке ақуыз заттарының қоспалары. Bowman [7] нәтижелеріне сәйкес ет тектес ақуыздардың пептидтері әртүрлі биологиялық белсенділікке ие, мысалы: антиоксидантты, иммуномодуляциялық, микробқа қарсы, тромбозға қарсы және гипохолестеринемиялық әрекеттер. Ет ақуыздарымен қатар аминқышқылдары мен төмен молекулалы пептидтерді алудың негізгі

көздерінің бірі ауылшаруашылық жануарларының мүшелерінен құнды биологиялық белсенді заттарды алғаннан кейін пайда болатын қалдықтар болуы мүмкін [8]. Жанама өнімдер ет өңдеушілер үшін экологиялық және экономикалық проблемалар болып табылады. Субөнімдерді тастау енді практикалық емес және оларды биологиялық құндылығы жоғары азық-түлік, фармацевтика, тағамдық қоспалар сияқты құнды тағамдарға өңдеу тиімді [9]. Hidayah және т.б. [10] зерттеулері соңғы кездері ақуызды препараттарды өндіруде жанама өнімдерді қолдану үлкен көңіл бөлгенін көрсетеді. Коллаген сияқты дәнекер ақуыздар сүйек морфогендік ақуыз-2 жеткізілуіне және биологиялық белсенділігіне, сүйектің эктопиялық түзілуіне оң әсер етіп, сүйектің жазылуын жақсартады [11]. Ақуыз гидролизаттарын ет ақуыздарынан гидролиздеу, пісіру немесе ашыту арқылы алуға болады [12]. Ақуыздарды гидролиздеу үшін протеолитикалық ферменттерді қолдану ақуыз гидролизаттарын өндірудің ең практикалық тәсілі болып табылады [13]. Белсенді пептидтік фрагменттер протеолитикалық ыдырау арқылы тағамдық ақуыздардан шығарылады, ферментативті гидролиз арқылы алынған ақуыз гидролизатындағы аминқышқылдарының құрамы бастапқы шикізаттың аминқышқылдарының құрамымен бірдей [14]. Гидролиз белоктардың физика-химиялық қасиеттерін өзгертеді, оның эмульгирлеу, ылғал байланыстыру қасиеттері мен ерігіштігі жақсарады, бұл оны тағамның бір бөлігі ретінде қолдануға ыңғайлы етеді. Aghara және т.б. зерттеулері [15] жаңа функционалды ет өнімдерін жасау үшін осындай гидролизаттарды қолдану ықтималдығын қарастырды. Ақуыз пептидтері көп функциялы және денсаулықты нығайтуға және дененің әртүрлі физиологиялық функцияларына ықпал етеді. Сондықтан ақуыз гидролизаттарын арнайы тамақ өнімдерінде, геродиетикалық тағамдарда, асқазан-ішек ауруларын емдеуге және терапияға арналған өнімдерде қолдануға қызығушылық бар.

#### ***Нәтижелер және оларды талқылау***

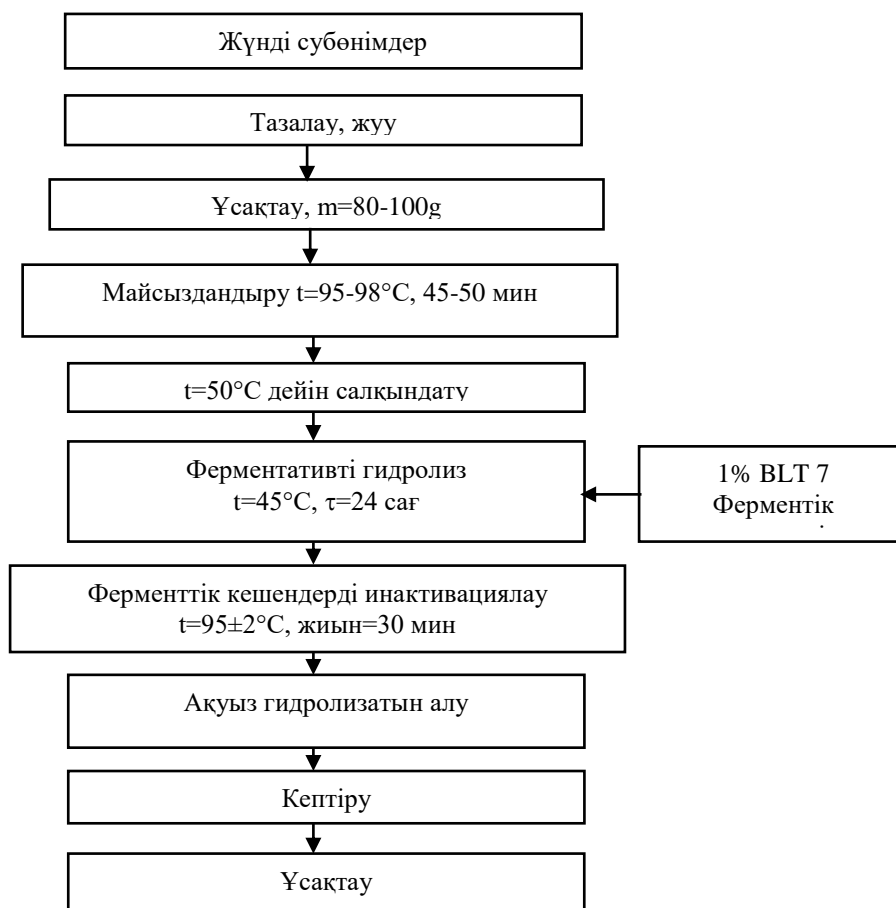
Эксперименттік зерттеулер үшін сиыр етінің сирақтарының үлгілері таңдалды. Ферменттік препараттардың дәнекер тіндік шикізатқа әсерін зерттеу, ет өңдеу саласының кәсіпорындарында ет-сүйек қосалқы өнімдерін өңдеудің дәстүрлі технологиясы бойынша өңделген сиыр, жылқы және қой аяқтарын пайдалана отырып жүргізілді. Әдеби деректерге сүйеніп, ферменттің концентрациясын

таңдау үшін, ферменттің екі концентрациясы таңдалды: 1%, 5% BLT7 ферменттік экстракт және коммерциялық Protease from *Bacillus licheniformis* (бұдан әрі - PS).

Сиыр еті аяқтарының 6 үлгісі 3 сағ., 24 сағ., 36 сағ. және 48 сағаттан кейін 2 рет зерттелді. Үлгілердің атауы: 1. Сиыр етінің аяқтары (бақылау теріс үлгісі K-, 150 грм Сrio-Shaker ISF1-X); 2. Сиыр етінің аяқтары (бақылау оң үлгісі K+, 150 грм Clamav-Shaker ISF1-X, 0,1% ферментпен өңделген коммерциялық PS); 3. Сиыр етінің аяқтары №1 (1% BLT7 ферменттік экстрактпен өңделген прототип, шайқаусыз); 4. Сиыр етінің аяқтары №2 (1% BLT7 ферменттік экстрактпен өңделген прототип, 150 грм Clima-Shaker ISF1-X); 5. Сиыр етінің аяқтары №3 (5% BLT 7

ферменттік экстрактпен өңделген прототип, шайқаусыз); 6. Сиыр етінің аяқтары №4 (5% BLT7 ферменттік экстрактпен өңделген прототип, 150 грм Clima-Shaker ISF1-X). Гидролиз 45°C температурада 48 сағат бойы жүргізілді. Бақылау және тәжірибелік үлгілерді зерттеу (құрғақ заттардың құрамын анықтау).

Органолептикалық зерттеулер сирақтардағы ақуыз гидролизатының оң тұтынушылық қасиеттерін көрсетті. Біртекті массаның сусымалы гигроскопиялық ұнтағы, түсі жағымды ашық, шикізаттың сәл байқалатын иісі бар. Жүргізілген зерттеулер негізінде жүнді субөнімдерден алынған ақуыз гидролизатын алудың технологиялық схемасы ұсынылды (сурет 1).



Сурет 1 – Жүнді субөнімдерінен ақуыз гидролизатын алудың технологиялық схемасы

Сиыр етінің бұл нәтижелері коммерциялық PS ферменттінің және BLT 7 ферменттік экстрактімен бірдей әсерін көрсетеді. Бақылау және тәжірибелік үлгілерді зерттеу (рН анықтау). Зерттеулер нәтижесінде өңделген 1%, 5% BLT7 ферменттік экстракті және коммерциялық PS барлық үлгілерде 24 сағаттан кейін ақуыз гидролизіне қол

жеткізілді. Гидролиз уақыты 24 сағаттан артық ұлғайған кезде үлгілерде бөгде иіс пайда болды. Осылайша, бірқатар эксперименттер нәтижесінде 1% BLT 7 ақуыз гидролизатын алу үшін ферменттік экстракті ретінде таңдалды. Гидролиз процесі аяқталғаннан кейін субстрат ферменттерді инактивациялау және қалдық ақуызды термокоагуляциялау

үшін 30 минут ішінде  $95 \pm 2^\circ\text{C}$  температураға дейін қыздырылады. Алынған ақуыз гидролизаты сүзіліп, кептіруге жіберіледі. Гидролизатты кептіру Spray Dryer NSP-1500 бүріккіш кептіру қондырғысында жүргізілді. Режим:

кептірудің температурасы кіру барысында  $135-140^\circ\text{C}$  және шығу барысында  $85-90^\circ\text{C}$ . Ақуыз гидролизатын органолептикалық бағалау нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Ақуыз гидролизаттарын органолептикалық бағалау

Көрсеткіштің атауы	Сипаттамасы
Сыртқы түрі және түсі	Сусымалы ұнтақ түріндегі біртекті консистенциялы құрғақ өнім, гигроскопиялық
Түсі	Ашық қоңыр-сарғыш
Иісі	Нақты, айқын емес

Осылайша, 1% BLT 7 ферменттік экстракті препарат ретінде қолдану тиімділігі негізделді, бұл сиыр етінің аяқ ақуыздарының

гидролизін қамтамасыз етеді. Жүнді субөнімдерінен ақуыз гидролизатын алудың технологиялық схемасы жетілдіріп, ұсынылды.

Кесте 2 – Ақуыз гидролизаттарын зерттеу нәтижелері

Көрсеткіштердің атауы, өлшем бірліктері	Сиыр еті аяқтарынан гидролизаты
Физика-химиялық көрсеткіштер:	
- ылғалдың массалық үлесі, %	3,71
- майдың массалық үлесі, %	4,51
- ақуыздың массалық үлесі, %	85,60
Минералды элементтер, мг/100 г:	
- кальций	$0,93 \pm 0,005$
- калий	$10,91 \pm 0,05$
- магний	$0,27 \pm 0,005$
- мырыш	$0,07 \pm 0,001$
- фосфор	$12,01 \pm 0,02$
Витаминдер:	
- B1 (тиамин хлориді)	$0,076 \pm 0,015$
- B2 (рибофлавин)	$0,015 \pm 0,006$
- B6 (пиридоксин)	$0,038 \pm 0,008$

Сиыр етінің дайын ақуыз гидролизатының химиялық құрамын талдау көрсеткіші, алынған гидролизатындағы ақуыз мөлшері 85,60% деңгейінде екенін көрсетеді. Бұл алынған дайын ақуыз гидролизаттарын геродиетикалық өнімдерді өндіру үшін ақуыз байытқышы ретінде пайдалануға болады деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Ақуыз гидролизатындағы майдың мөлшері дайын өнімді өндірудегі маңызды көрсеткіштердің бірі болып табылады, өйткені оның мөлшері 15-20% - дан жоғары сақтау мерзімін қысқартады. Сонымен, сиыр етінің гидролизатында 4,51% май бар. Бұдан шығатыны, зерттелетін үлгілердегі майдың төмен мөлшері оны геродиетикалық өнімнің рецептурасында қосымша ретінде пайдалануға және сапаның оңтайлы көрсеткіштерімен дайын өнімді алуға мүмкіндік береді. Сүйек құрылысына ықпал ететін калий мен фосфор қосылыстарының

маңызы зор. Ақуыз гидролизатында фосфор мен калий мөлшері сәйкесінше  $12,01 \pm 0,02$  және  $10,91 \pm 0,05$  құрады. 2-кестеде сиыр етінен алынған ақуыз гидролизаттарындағы дәрумендердің құрамы туралы мәліметтер келтірілген. Алынған мәліметтерден майдың аздығына байланысты майда еритін дәрумендер табылмағаны көрінеді. Зерттеулер көрсеткендей, B дәрумендерінің құрамы (B1, B2 B6) осы дәрумендерге күнделікті қажеттіліктен сәйкесінше 5-7 %, 1-8 %, 2-3% құрайды. Мұның бәрі егде жастағы адамдардың денесінің күнделікті қажеттілігін қамтамасыз етуге ықпал етеді. Ақуыз гидролизаттарының аминқышқылдарының құрамын талдау нәтижелері олардың геродиетикалық мақсаттағы ет өнімдерін байыту үшін пайдаланудың жоғары потенциалын көрсетеді. Бұл зерттеулер төмен сортты шикізатты қайта өңдеу перспективасын көрсетеді.

Кесте 3 – Ақуыз гидролизатының аминқышқылдық құрамы

Аминқышқылдарының атауы және массалық үлесі, %	Сыыр етінің аяғынан алынған ақуыз гидролизаты
аргинин	6,173±2,469
лизин	5,185±1,763
тирозин	1,173±0,352
фенилаланин	2,654±0,796
гистидин	1,111±0,556
лейцин+изолейцин	3,272±0,851
метионин	1,049±0,357
валин	17,284±6,914
пролин	16,667±4,333
треонин	2,469±0,988
серин	4,259±1,107
аланин	10,494±2,728
глицин	27,160±9,235

Зерттеу нәтижелері глициннің, валиннің, аланиннің, сериннің, сондай-ақ пролиннің, яғни негізінен дәнекер ақуыздарда (коллаген, эластин) кездесетін аминқышқылдарының дайын ақуыз гидролизатының жоғары құрамын көрсетеді. 3 - кестедегі мәліметтерден сыыр етінің сирақтарынан алынған ақуыз гидролизаттарында глициннің жоғары концентрациясы – 27,160±9,235%, валин мен пролин 17,284±6,914 16,667±4,333%, аланин – 10,494±2,728%, аргинин – 6,173±2,469% дерлік жоғары деңгейді көрсетті.

#### Қорытынды

Зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып және ет шикізатының барлық ресурстарын неғұрлым толық пайдалану үшін геродиетикалық бағыттағы пісірілген шұжықтар өндірісінде сыыр етінің сирақтарынан алынған ақуыз гидролизатын қолдану ұсынылады. Жүнді субөнімдерінен ақуыз гидролизатын алудың технологиялық схемасы жетілдіріп, ұсынылды. Сондай-ақ, мақалада сыыр етінің ақуыздарының гидролизін қамтамасыз ететін ферменттік препарат ретінде 1% BLT 7 қолдану тиімділігі негізделген. Химиялық құрамды талдау дайын ақуыз гидролизаттарын геродиетикалық өнімдерді өндіру үшін ақуыз байытқышы ретінде пайдалануға болады деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

#### Қаржыландыру туралы ақпарат

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы ауылшаруашылық министрлігі қаржыландырды (BR10764998).

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Lafarga, T., & Hayes, M.. Bioactive peptides from meat muscle and by-products: Generation,

functionality and application as functional ingredients. *Meat Science*, 98, 2014, 227–239.

2. Bechaux, J., Gatellier, P., Page, J.-F. L., Drillet, Y., & Sante-Lhoutellier, V. A comprehensive review of bioactive peptides obtained from animal byproducts and their applications. *Food & Function*, 10, 2019, 6244–6266.

3. Geiker, N. R. W., Bertram, H. C., Mejbom, H., Dragsted, L. O., Kristensen, L., Carrascal, J. R., Bügel, S., & Astrup, A. Meat and Human Health—Current Knowledge and Research Gaps. In *Foods* Vol. 10, Issue 7 (2021): p. 1556.

4. Pathera, A. K., Jairath, G., Singh, P. K., & Yadav, S. Health promoting functional properties of meat and meat products. In D. Mudgil, & S. Barak (Eds.), *Functional foods: Sources and health benefits*. India: Scientific Publishers, 2017.

5. Laskowski, W., Górska-Warsewicz, H., & Kulykovets, O. Meat, Meat Products and Seafood as Sources of Energy and Nutrients in the Average Polish Diet. In *Nutrients* Vol. 10, Issue 10 (2018): p. 1412.

6. Zheng, T., Wen, Q., Zhang, L., Zhao, F., Chen, Y., Zhang, X., Chen, P., & Su, Y. Production Technology and Functionality of Bioactive Peptides. *Current Pharmaceutical Design* Vol. 29 (2023): PP. 140-152.

7. Bowman, L. Bioactive food peptides: Production and health benefits. NJ: Foster Academics, 2015.-168 p

8. Mullen, A. M., Alvarez, C., Zeugolis, D. I., Henchion, M., O'Neill, E., & Drummond, L. Alternative uses for co-products: Harnessing the potential of valuable compounds from meat processing chains. *Meat Science*, 132, 2017, 90–98

9. Spears, R. J., McMahon, C., Shamsabadi, M., Bahou, C., Thanasi, I. A., Rochet, L. N. C., Forte, N., Thoreau, F., Baker, J. R., & Chudasama, V. A novel thiol-labile cysteine protecting group for peptide synthesis based on a pyridazinedione (PD) scaffold. *Chemical Communications* Vol. 58, Issue 5 (2022): PP. 645–648.

10. Hidayah, N., & Ardiansyah, S. The Potential of Bioactive Peptides from Animal Protein Sources as a Mental Health Problems Prevention. *AGRITROPICA: Journal of Agricultural Sciences* Vol. 4, Issue 2, (2021): PP. 114–121.

11. Boing Sitanggang, A., Sudarsono, S., & Syah, D. PENDUGAAN PEPTIDA BIOAKTIF DARI SUSU TERHIDROLISIS OLEH PROTEASE TUBUH DENGAN TEKNIK IN SILICO. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* Vol. 29, Issue 1 (2018): PP. 93–101.

12. Sun, A., Wu, W., Soladoye, O. P., Aluko, R. E., Bak, K. H., Fu, Y., & Zhang, Y. Maillard reaction of food-derived peptides as a potential route to generate meat flavor compounds: A review. *Food Research International* Vol. 151 (2022): P. 110823.

13. Fu, Y., Zhang, Y., Soladoye, O. P., & Aluko, R. E. Maillard reaction products derived from food protein-derived peptides: insights into flavor and bioactivity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* Vol. 60, Issue 20 (2019): PP. 3429–3442.

14. Ren, B., Wu, W., Soladoye, O. P., Bak, K. H., Fu, Y., & Zhang, Y. Application of biopreservatives in meat preservation: a review. *International Journal of Food Science & Technology* Vol. 56, Issue 12 (2021): PP. 6124–6141.

15. Arihara, K., Yokoyama, I., & Ohata, M. Bioactivities generated from meat proteins by enzymatic hydrolysis and the Maillard reaction. *Meat Science* Vol. 180 (2021): P. 108561