

## БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ КОМПОНЕНТТЕРДІ ЕНГІЗУ КЕЗІНДЕ ЕШКІ СҮТІНЕН ӘЗІРЛЕНГЕН ЖҰМСАҚ ІРІМШІКТІҢ АМИНҚЫШҚЫЛДЫҚ ПРОФИЛІНДЕГІ ӨЗГЕРІСТЕРІ

Д.Т. ТАПАЛОВ \*, Т.К. КУЛАЖАНОВ , А.И. МАТИБАЕВА ,  
Б.Ш. ДЖЕТПИСБАЕВА , А.А. МУСАЕВ 

(Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы,  
050012, Алматы қ., Төле би көшесі, 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: dimash\_tapalov@atu.edu.kz\*

*Бұл мақалада зерттеуде ешкі сүтінен өндірілген жұмсақ ірімшіктің аминқышқылдық профиліне прополис қосудың әсері зерттелді. Прополистің этанолдық экстракты ірімшікке 0,5%, 1% және 2% концентрацияларда енгізілді. Зерттеу әдістеріне аминқышқылдарды сандық анықтау үшін жоғары тиімді сұйықтық хроматографиясы, патогенді микроорганизмдердің тежелуін бағалау мақсатында микро-биологиялық сынақтар, өнімнің сақтау процесіндегі тұрақтылығын бағалау үшін физика-химиялық талдау, сондай-ақ өнімнің тұтынушылық қасиеттерін анықтау үшін органолептикалық бағалау кірді. Нәтижелер прополистің аминқышқылдардың жалпы мөлшеріне елеулі әсер етпейтінін, алайда еркін аминқышқылдардың құрамын айтарлықтай арттыратынын көрсетті (мысалы, пролин 8–15%-ға, лизин 4–8%-ға, ал тармақталған тізбекті аминқышқылдар 3–6%-ға өсті). Бұл әсер микробиологиялық тұрақтылықтың жақсаруы мен протеолиздің бақылаулы жүруімен байланысты. Ірімшік алмастырылмайтын аминқышқылдардың жоғары деңгейін сақтайды, ал алмастырылмайтын аминқышқылдардың жалпы мөлшеріне қатынасы 42–43%-ды құрайды, бұл өнімді иммундық жүйесі әлсіреген немесе жоғары ақуызды тағамға мұқтаж адамдар үшін диеталық мақсатта қолдануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, прополис патогенді микроорганизмдердің өсуін 80–95%-ға төмендету арқылы өнімнің сақтау мерзімін ұзартады.*

**Негізгі сөздер:** жұмсақ ірімшік, ешкі сүті, прополис, аминқышқылдық құрамы, протеолиз, функционалдық тағамдар.

## ИЗМЕНЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО ПРОФИЛЯ МЯГКОГО СЫРА ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА ПРИ ВНЕСЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Д.Т. ТАПАЛОВ\*, Т.К. КУЛАЖАНОВ, А.И. МАТИБАЕВА,  
Б.Ш. ДЖЕТПИСБАЕВА, А.А. МУСАЕВ

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,  
050012, г. Алматы, ул. Төле би, 100)

Электронная почта автора-корреспондента: dimash\_tapalov@atu.edu.kz\*

*В данном исследовании изучается влияние добавления прополиса на аминокислотный профиль мягкого сыра, выработанного из козьего молока. Этанольный экстракт прополиса добавляли в сыр в концентрациях 0,5%, 1% и 2%. Методы включали высокоэффективную жидкостную хроматографию для количественного определения аминокислот, микробиологическое тестирование на ингибирование патогенов, физико-химический анализ проводился с целью оценки стабильности продукта в процессе хранения, а органолептическая оценка - для определения потребительских свойств продукта. Результаты показывают, что прополис минимально изменяет общее содержание аминокислот, но значительно увеличивает содержание свободных аминокислот (например, пролина на 8-15%, лизина на 4-8% и аминокислот с разветвленной цепью на 3-6%) благодаря улучшенной микробиологической стабильности и контролируемому протеолизу. Сыр сохраняет высокий уровень незаменимых аминокислот, соотношение незаменимых аминокислот к общему количеству аминокислот составляет 42-43%, что делает его пригодным для применения в диетических целях у лиц с ослабленным иммунитетом или нуждающихся в высокобелковом питании. Прополис также продлевает срок хранения, снижая рост патогенных микроорганизмов на 80-95%.*

**Ключевые слова:** мягкий сыр, козье молоко, прополис, аминокислотный состав, протеолиз, функциональные продукты питания.

## CHANGES IN THE AMINO ACID PROFILE OF SOFT GOAT MILK CHEESE UPON THE ADDITION OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPONENTS

D.T. TAPALOV\*, T.K. KULAZHANOV, A.I. MATIBAEVA,  
B.SH. JETPISBAYEVA, A.A. MUSSAYEV

(«Almaty Technological University» JSC, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100)

Corresponding author's e-mail: dimash\_tapalov@atu.edu.kz\*

*This article examines the effect of propolis addition on the amino acid profile of soft cheese made from goat's milk. Ethanol propolis extract was added to the cheese in concentrations of 0.5%, 1% and 2%. Methods included high performance liquid chromatography for quantification of amino acids, microbiological testing for pathogen inhibition, physico-chemical analysis of product stability, and organoleptic assessment of consumer acceptability. The results show that propolis minimally changes the total amino acid content, but significantly increases the content of free amino acids (for example, proline by 8-15%, lysine by 4-8% and branched chain amino acids by 3-6%) due to improved microbiological stability and controlled proteolysis. Cheese retains a high level of essential amino acids, the ratio of total amino acids is 42-43%, which makes it suitable for dietary use in people with weakened immune systems or in need of high-protein nutrition. Propolis also prolongs the shelf life by reducing the growth of pathogenic microorganisms by 80-95%.*

**Keywords:** soft cheese, goat's milk, propolis, amino acid composition, proteolysis, functional foods.

### *Kіpіcne*

Ешкі сүтінен жасалған жұмсақ ірімшік лейцин, лизин және валин сияқты алмастырылмайтын алмастырылмайтын аминқышқылдарына бай және сиыр сүтінен жасалған ірімшіктермен салыстырғанда аллергиялық реакция туындату ықтималдығы төмен, жоғары биологиялық құнды ақуыздарымен танымал құнды сүт өнімі [1]. Бұл қасиеттері оны лактозаға төзімсіздігі бар немесе қоректік заттарға жоғары қажеттіліктері бар аймақтарда тұратын адамдарды қоса алғанда, мамандандырылған диеталарға арналған функционалдық тағамдарға өте қолайлы етеді. Дегенмен, дәстүрлі жұмсақ ірімшік өндірісі көбінесе микробтық тұрақсыздыққа байланысты қиындықтарға тап болады, бұл мезгілсіз бұзылуға және аминқышқылдарын қоса алғанда, қоректік компоненттердің протеолиз арқылы ыдырауына әкелуі мүмкін [2].

Ешкі сүті жануар ақуызының, фосфордың, майдың, лактозаның және минералдардың (әсіресе кальцийдің) құнды көзі болып табылады және денсаулыққа көптеген пайдасы бар. Оның липидтері май түйіршіктерінің кішкентай мөлшері мен қысқа және орташа тізбекті май қышқылдарының көп болуына байланысты жақсы сіңімділікті қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар, сиыр сүтінен айырмашылығы, ешкі сүтінің ақуыздары өмірге қауіп төндіретін аллергия тудырмайды. Ешкі сүтінің ақуыздарындағы  $\beta$ -казеин/ $\alpha$ s1-казеин қатынасы (70%/30%) ана сүтінің құрамына жақын, бұл  $\beta$ -казеиннің протеаза ферменттеріне жоғары

сезімталдығына байланысты сиыр сүтімен салыстырғанда жақсы сіңімділікке әкеледі. Олигосахаридтерге бай ешкі сүті ішек микрофлорасын патогендерден қорғауда және ми мен жүйке жүйесінің дамуында да маңызды рөл атқарады. Аралар жинайтын шайырлы зат прополис, флавоноидтардан, фенол қышқылдарынан және басқа да биоактивті қосылыстардан тұрады, олар микробқа қарсы, антиоксидантты және қабынуға қарсы қасиеттерге ие [3]. Соңғы зерттеулер прополисті сүт өнімдерінде табиғи консервант ретінде қарастырып, оның сүт пен ірімшікте *Staphylococcus aureus* және *Listeria monocytogenes* сияқты патогенді микроорганизмдерді органолептикалық қасиеттерді елеулі өзгертпей-ақ тежеу қабілетін көрсетеді [4].

Алайда прополистің протеолиз нәтижесінде түзілетін еркін аминқышқылдарға әсері әлі толық зерттелмеген. Ірімшіктің пісіп-жетілуі кезінде жүретін протеолиз дәмдік қасиеттер мен биожетімділікті арттырғанымен, бақылаусыз микробтық белсенділік бөгде дәмдер мен қоректік заттардың жоғалуына әкелуі мүмкін. Осы зерттеуде прополис микробиологиялық ортаны тұрақтандырып, протеолизді модуляциялау арқылы аминқышқылдық құрамды сақтауға немесе жақсартуға ықпал етеді деген гипотеза ұсынылады.

Зерттеудің мақсаты – прополистің әртүрлі концентрацияларымен байытылған ешкі сүтінен дайындалған жұмсақ ірімшіктегі жалпы және бос аминқышқылдарының профилдерін зерттеу және өзгерістерді функционалдық тамақтану тұрғы-

сынан бағалау. Зерттеу мақсатына сәйкес келесі міндеттер қойылды:

- сенсорлық қасиеттердің айқын өзгеруіне жол бермей, прополистің оңтайлы енгізу мөлшерін негіздеу;

- М-04-38-2009 әдістемесіне сәйкес капиллярлық электрофорез әдісі арқылы аминқышқылдық құрамдағы өзгерістерді сандық тұрғыдан талдау;

- сақтау барысында өнімнің микробиологиялық және физика-химиялық тұрақтылығын анықтау.

Зерттеу нысаны:

- Алматы облысында өсірілетін англо-нуби тұқымынан алынған ешкі сүті (майлылығы 4,2%, титрлі қышқылдығы 18°Т, соматикалық жасушалар саны  $<5 \times 10^5$ /мл).

- Мезофильді ашытқы микроорганизмдері: *Lactococcus lactis subsp. lactis* және *Leuconostoc mesenteroides* (лиофилизацияланған, тіршілік қабілеті -  $10^9$  КОЕ/г).

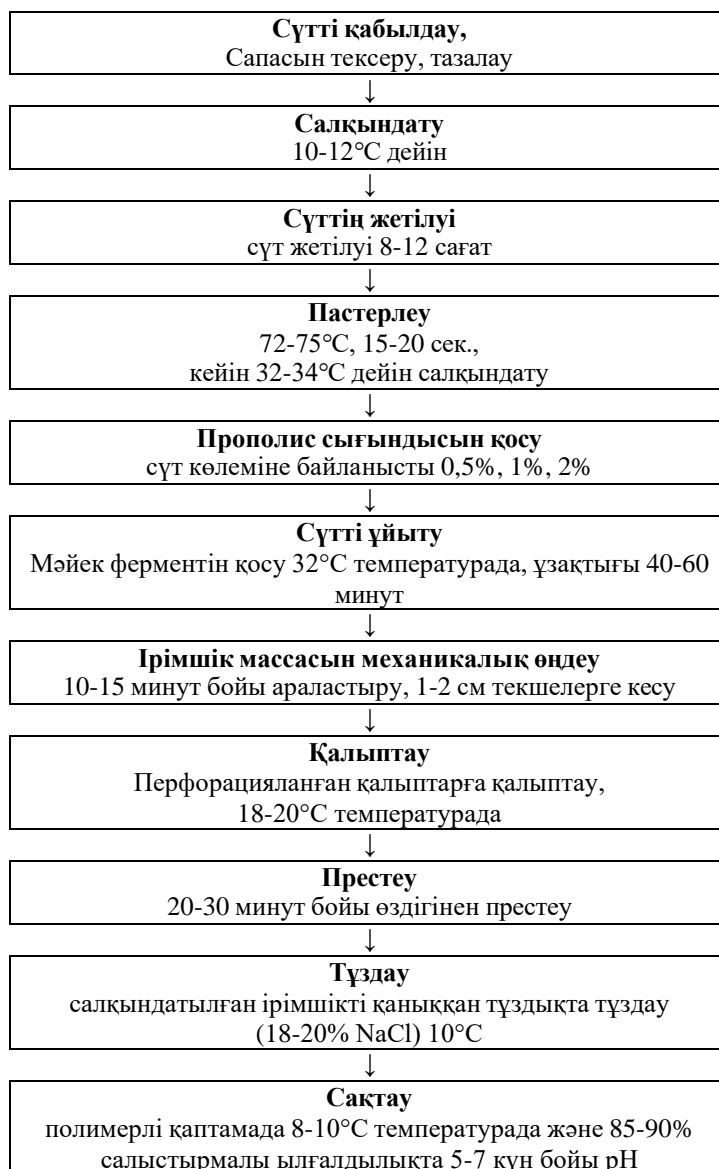
- Микробиалдық фермент: Сүтті ұйытуға арналған микробиалдық фермент, құрамында химозин - 85%, пепсин - 15%, ферменттік белсенділігі - 2000 ИМКУ/г.

- Прополис. Зерттеу жүргізу барысында жергілікті омарталардан алынған шикі прополис қолданылды. Прополистен этанолды сығынды дайындау үшін 70% тағамдық этанол пайдаланылды. Экстракциялау процесі шикізат пен еріткіштің 1:10 (w/v) қатынасында, 50°С температурада 24 сағат бойы тұрақты араластыру жағдайында жүзеге асырылды. Кейін биоактивті заттардың концентрациясын арттыру үшін этанол буландыру әдісімен ішінара жойылды.

- Ас тұзы. Зерттеуде технологиялық мақсатта тазалығы 99,5% болатын ас тұзы (NaCl) қолданылды.

Зерттеу барысында бақылау үлгісі биологиялық активті қоспасыз дайындалды. Тәжірибелік жұмыстарда ірімшіктің 4 нұсқасы дайындалды: бақылау үлгісі 0% және прополис экстрактының 0,5%, 1,0% және 2,0% мөлшерлері қосылған үш тәжірибелік үлгі. Әрбір үлгі партиясы төрт рет қайталанып дайындалды, бұл алынған нәтижелердің сенімділігін және статистикалық тұрғыдан негізділігін қамтамасыз етуге мүмкіндік берді.

Зерттеу объектілеріне сәйкес прополис қолданылған жұмсақ ірімшік өндіру технологиясы (сурет-1) әзірленді.



Сурет 1. Жұмсақ ірімшік дайындау технологиясы

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

*Аминқышқылдық құрамды анықтау* М-04-38-2009 әдістемелік нұсқаулығына сәйкес капиллярлық электрофорез әдісімен жүргізілді. Талдау Lumex фирмасының «Elforun» капиллярлық электрофорез жүйесінде орындалды. Әдіс аминқышқылдарды электр өрісінде қозғалғыштығы бойынша бөлу принципіне негізделген және олардың сандық әрі сапалық құрамын дәл анықтауға мүмкіндік береді. Зерттеу барысында алынған деректер стандартты калибрлеу ерітінділерін пайдалана отырып өңделді, ал нәтижелер аминқышқылдардың массалық үлесі ретінде есептелді.

Аминқышқылдардың сандық құрамы стандартты калибрлеу ерітінділерін пайдалану арқылы анықталды. Алынған деректер 100 г өнімге шаққандағы бос аминқышқылдарының

мөлшері (мг/100 г) түрінде қайта есептелді. Әрбір талдау кемінде төрт мәрте орындалып, нәтижелердің орташа мәндері шығарылды. Алынған көрсеткіштер кейіннен статистикалық өңдеуден өткізілді.

*Физико-химиялық параметрлер:* Ылғалдылық (пеште кептірілген, ISO 5534:2004), май (Соксхлет экстракциясы, ISO 1735:2004), жалпы ақуыз (Кельдал әдісі, N×6.38, ISO 8968-1:2014), рН (потенциометриялық, Hanna HI 2211).

*Микробиологиялық зерттеулер:* Микробиологиялық көрсеткіштерді анықтау университеттің аккредиттелген оқу-ғылыми зертханасында жүргізілді. Зерттеу барысында үлгілердің жалпы тіршілікке жарамды микроорганизмдер саны ISO 4833:2013 стандартына сәйкес колония саны агарында, ішек таяқшалары тобы ISO 4832:2006 талаптарына сай күлгін-қызыл өт агарында

анықталды. *Listeria monocytogenes* микроорганизмі ISO 11290-1:2017, стафилококктар ISO 6888-1:2021 әдістемелеріне сәйкес зерттелді. Барлық талдаулар жетілуінің 1, 3, 5 және 7-күндерінде жүргізіліп, алынған нәтижелер қолданыстағы нормативтік құжаттар талаптарына сәйкес өңделді және бағаланды.

**Сенсорлық бағалау:** Бағалауға іріктелген сарапшылар тобы (n=15) жұмсақ ірімшік үлгілерінің дәмін, құрылымын, хош иісін, түсін және жалпы қолайлылығын 5 балдық гедоникалық шкала бойынша (1 – өте нашар, 5 – өте жақсы) анықтады. Бағалау ISO 8589:2007 стандарты талаптарына сәйкес бақыланатын жарықтандыру және сыртқы факторлардан оқшауланған жағдайларда жүргізілді. Алынған деректер стандартталған сенсорлық талдау талаптарына сәйкес өңделді және бағаланды.

**Статистикалық талдау:** Статистикалық өңдеу Python бағдарламалау ортасын қолдана отырып жүргізілді (NumPy v1.26, SciPy v1.11, Statsmodels v0.14). Алынған деректердің таралуының қалыптатылуы Шапиро–Уилк критерийі арқылы тексерілді. Үлгілер арасындағы айырмашылықтарды бағалау үшін бір жақты дисперсиялық талдау (ANOVA) қолданылып, топтар арасындағы жұптық салыстырулар Туки сынағы көмегімен жүргізілді, статистикалық маңыздылық деңгейі  $p < 0,05$  деп қабылданды. Прополис

мөлшері мен бос аминқышқылдарының концентрациясы арасындағы өзара байланыс Пирсон корреляция коэффициентін ( $\rho$ ) есептеу арқылы талданды.

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

Прополисті енгізу ылғалдың (фенолдың сумен әрекеттесуіне байланысты) және рН (прополистің қышқыл компоненттеріне байланысты) дозаға тәуелді төмендеуіне әкелді, ал май мен ақуыз мөлшері тұрақты болып қалды, бұл ұйытынды түзілуінің айтарлықтай бұзылуының жоқтығын көрсетеді [5]. Прополисті біріктіру ылғалдың (фенолдық қосылыстардың сумен байланысуына байланысты) және рН (кофеин және ферул қышқылдары сияқты қышқыл компоненттердің үлесі) біртіндеп төмендеуіне әкелді, ал май мен ақуыз мөлшері сүзбенің жақсы сақталуына байланысты өсті. Титрленетін қышқылдық орташа деңгейде артты, бұл бақыланатын ашыту процесін көрсетеді. Ылғалдылық, рН және титрленетін қышқылдылық көрсеткіштері бойынша 1% және одан жоғары концентрацияларда мәнді айырмашылықтар анықталды ( $p < 0,05$ ). Май мен ақуыз мөлшері бойынша айырмашылықтар статистикалық тұрғыдан мәнсіз болды ( $p > 0,05$ ). Бақылау үлгісі ретінде прополис қосылмаған ешкі сүтінен жұмсақ ірімшік алынды.

Кесте 1. Прополистің әртүрлі концентрациясы бар ешкі сүтінен дайындалған жұмсақ ірімшіктің физико-химиялық параметрлері (орташа  $\pm$  SD, n=4)

Параметрлер	Бақылау үлгісі	прополис		
		0,5%	1%	2%
Ылғалдылық (%)	62,5 $\pm$ 1,4	61,7 $\pm$ 1,3	60,8 $\pm$ 1,2	59,2 $\pm$ 1,1
рН	4,72 $\pm$ 0,05	4,68 $\pm$ 0,04	4,65 $\pm$ 0,04	4,58 $\pm$ 0,03
Май (%)	21,2 $\pm$ 0,6	21,0 $\pm$ 0,5	20,9 $\pm$ 0,5	20,7 $\pm$ 0,4
Ақуыз (%)	19,4 $\pm$ 0,5	19,5 $\pm$ 0,4	19,6 $\pm$ 0,4	19,8 $\pm$ 0,5

Прополис жоғары дозаға тәуелді микробқа қарсы тиімділікті көрсетті: 2% концентрациясы 5-ші күнге дейін анықталатын патогендерді жойып, жалпы санын 7-ші күнге дейінгі бақылау тобымен

салыстырғанда 2 есеге азайды. Бұл микробиологиялық тұрақтылық протеолиздің күшті жүруіне ықпал етті (Кесте 1).

Кесте 2. Прополис концентрациясына байланысты ешкі сүтінен дайындалған жұмсақ ірімшіктегі патогендік микрофлораның тіршілік ету динамикасы (log CFU/г)

Микроорганизм	Күн	Бақылау үлгісі (log CFU/г)	прополис		
			0,5%	1%	2%
1	2	3	4	5	6
Тірі жасушалардың жалпы саны	1	4,65 ± 0,12	4,52 ± 0,11	4,38 ± 0,10	4,21 ± 0,09
	7	5,08 ± 0,15	4,40 ± 0,13	3,95 ± 0,12	3,26 ± 0,10
<i>Staphylococcus aureus</i>	1	3,32 ± 0,08	3,18 ± 0,07	2,91 ± 0,06	2,65 ± 0,05
	7	3,73 ± 0,10	2,85 ± 0,08	<2.0	<2.0
<i>Listeria monocytogenes</i>	1	3,15 ± 0,07	2,98 ± 0,06	2,72 ± 0,05	2,45 ± 0,04
	7	3,49 ± 0,09	2,51 ± 0,07	<2.0	<2.0
<i>Coliforms</i>	1	2,94 ± 0,06	2,81 ± 0,05	2,59 ± 0,05	2,36 ± 0,04
	7	3,41 ± 0,08	2,48 ± 0,07	<2.0	<2.0

\*Барлық төмендеулер 1% және одан жоғары көрсеткіштерде статистикалық тұрғыдан мәнді болып табылды ( $p < 0,01$ ).

Тәжірибелік зерттеу барысында жұмсақ ірімшіктің төрт нұсқасындағы 17 аминқышқылының мөлшері туралы мәліметтер алынды: бақылау үлгісі және этанолды прополис экстрактын 0,5%, 1% және 2% концентрациялары бар 3 үлгісі (2-кесте). Зерттеу ірімшіктің жетілуінің 7-ші күні, 8–10°C температурада жүргізілді, бұл жұмсақ ірімшіктерге тән стандартты жетілу мерзіміне сәйкес келеді. Аминқышқылдардың жалпы мөлшері бақылау үлгісінде 192,4 мг/г

деңгейінде болып, 2% прополис қосылған үлгіде 200,2 мг/г-ға дейін өзгерді.

Тәжірибелік нұсқаларда байқалған 3,3–4,1% аралығындағы бұл өсім ешкі сүтінен дайындалатын ірімшіктерге тән табиғи ауытқулар шегінен шықпайды. Бір факторлы дисперсиялық талдау нәтижелері бойынша анықталған айырмашылықтар статистикалық тұрғыдан мәнді деп танылған жоқ ( $p > 0,05$ ).

Кесте 3. Жалпы аминқышқылының мөлшері (мг/г құрғақ зат, 7-ші күн)

№	Аминқышқылының құрамы	Жұмсақ ірімшік үлгілері			
		Бақылау	прополис		
			0,5%	1%	2%
1	Аспарагин қышқылы	15,8 ± 1,1	16,0 ± 1,2	16,2 ± 1,1	16,4 ± 1,2
2	Глутамин қышқылы	42,5 ± 2,8	42,8 ± 2,9	43,1 ± 2,9	43,8 ± 3,0
3	Серин	10,4 ± 0,8	10,5 ± 0,8	10,6 ± 0,8	10,7 ± 0,9
4	Глицин	6,2 ± 0,5	6,3 ± 0,5	6,4 ± 0,5	6,5 ± 0,6
5	Гистидин*	5,1 ± 0,4	6,2 ± 0,4	6,3 ± 0,4	6,45 ± 0,5
6	Аргинин	7,9 ± 0,6	8,0 ± 0,6	8,1 ± 0,6	8,2 ± 0,7
7	Треонин*	8,2 ± 0,7	8,8 ± 0,7	8,8 ± 0,7	9,0 ± 0,8
8	Аланин	9,3 ± 0,7	9,4 ± 0,7	9,5 ± 0,7	9,6 ± 0,8
9	Пролин	24,2 ± 1,9	26,4 ± 2,0	26,8 ± 2,0	27,1 ± 2,1
10	Тирозин	8,4 ± 0,6	8,5 ± 0,6	8,6 ± 0,6	8,7 ± 0,7
11	Валин*	13,2 ± 0,9	13,3 ± 1,0	13,4 ± 1,0	13,7 ± 1,0
12	Цистин	4,8 ± 0,4	4,9 ± 0,4	5,0 ± 0,4	5,1 ± 0,5
13	Изолейцин*	3,6 ± 0,3	3,7 ± 0,3	3,8 ± 0,3	3,9 ± 0,4
14	Лейцин*	8,2 ± 0,6	8,3 ± 0,6	8,3 ± 0,6	8,5 ± 0,7
15	Фенилаланин*	18,4 ± 1,2	18,5 ± 1,3	18,7 ± 1,3	19,0 ± 1,4
16	Лизин*	9,1 ± 0,8	9,2 ± 0,8	9,2 ± 0,8	9,3 ± 0,8
17	Триптофан*	14,3 ± 1,0	14,5 ± 1,1	14,6 ± 1,1	14,9 ± 1,1

\*Алмастырылмайтын аминқышқылдар. Ешқандай айтарлықтай мөлшер әсерлері анықталмады ( $p > 0,05$ ).

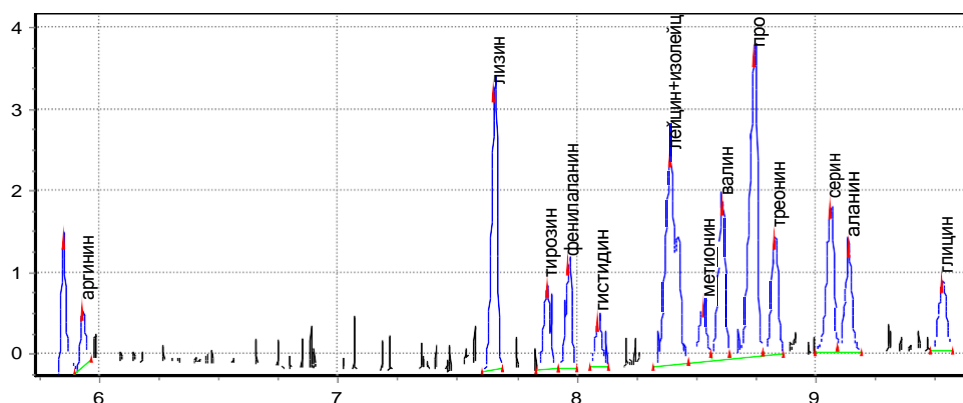
Ең айқын өзгерістер жекелеген аминқышқылдары бойынша байқалды. Атап айтқанда, пролиннің динамикасы ерекше болды: оның мөлшері бақылау үлгісінде 24,2 мг/г құраса, 2% прополис қосылған нұсқада 27,1 мг/г-ға дейін артты, яғни өсім 12,0% деңгейінде болды. Прополис қосылған ешкі сүтінен жасалған жұмсақ ірімшікте пролин мөлшерінің 12,0%-ға артуы сүт ақуыздарының өзгеруімен байланысты. Прополис құрамындағы биологиялық белсенді заттар казеиндердің ыдырау үдерісіне әсер етіп, пролинге бай фракциялардың бөлінуін күшейтеді. Ешкі сүтінің ақуыздық құрамында  $\beta$ -казеиннің үлесі жоғары болғандықтан, бұл аминқышқылының мөлшері айқынырақ артады. Прополистің антиоксиданттық қасиеттері аминқышқылдарының тұрақтылығын сақтауға ықпал етіп, олардың өнім құрамында жиналуына жағдай жасайды. Пролин ешкі сүтінің  $\beta$ -казеинінің негізгі аминқышқылдарының бірі болып табылады және ірімшіктердегі хош иісті қосылыстардың (2-ацетил-1-пирролин және т.б.) түзілуіндегі басты прекурсорлардың қатарына жатады.

Пролин мөлшерінің артуы прополистің бөгде микрофлораның дамуын тежеуімен байланысты болуы мүмкін, себебі мұндай микрофлора субстраттар үшін бәсекеге түсіп

немесе өзге спецификалық протеазаларды түзуі ықтимал. Тармақталған тізбекті аминқышқылдары – лейцин, изолейцин және валин бойынша жиынтық өсім 3,8–5,1% аралығында тіркелді: лейцин 3,3%-ға (18,4-тен 19,0 мг/г-ға дейін), изолейцин 8,3%-ға (3,6-дан 3,9 мг/г-ға дейін), валин 3,8%-ға (13,2-ден 13,7 мг/г-ға дейін) артты. Бұл аминқышқылдары бұлшықет ақуызының синтезі мен энергия алмасуында маңызды [6].

Лизин мөлшері 4,2%-ға өсіп (14,3-тен 14,9 мг/г-ға дейін), өнімнің аминқышқылдық теңгерімін жақсартты, себебі ол өсімдік тектес ақуыздарда жиі лимиттеуші аминқышқыл болып саналады. Гистидин мен треониннің мөлшері 10–11%-ға артты (гистидиннің абсолюттік өсімі – 26,5%), бұл олардың иммундық функциялар мен гемоглобин синтезіндегі рөлін көрсетеді [7].

Құрамында күкірт бар аминқышқылдар (метионин мен цистин) бойынша көрсеткіштер 4,2–6,3% аралығында өсіп, глутатион биосинтезі арқылы ірімшіктің антиоксиданттық қасиеттерін жанама түрде күшейтуі мүмкін. Дәм мен хош иіс түзілуіне қатысатын аминқышқылдардың ішінде тирозин 3,6%-ға артты, ал фенилаланин айтарлықтай өзгерген жоқ, бұл шамадан тыс протеолизге тән ащы дәмнің қалыптаспағанын көрсетеді.



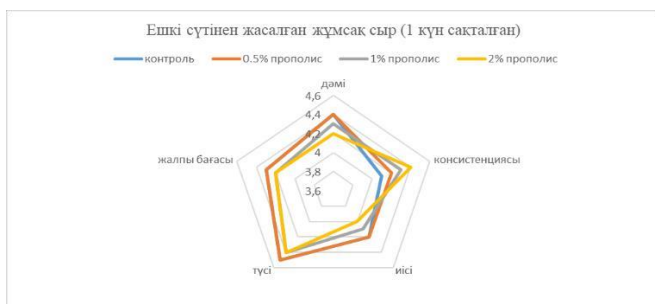
Сурет 2. Жұмсақ ешкі сүтінен жасалған ірімшіктің хроматограммасы

Хроматограмма (сурет 2) ешкі сүтінен дайындалған жұмсақ ірімшік гидролизатының пролин мен лизин басым болатын классикалық профилін көрсетеді, бұл өнімді функционалдық тамақтану үшін тиімді қолдану мүмкіндігін көрсетеді.

Жетілуі процесіндегі бос аминқышқылдарының мөлшерінің динамикасы мәліметтеріне сәйкес, 1–7 тәулік аралығында барлық зерттелген нұсқаларда бос аминқышқылдарының мөлшерінің артуы байқалды. Бұл құбылыс жұмсақ ірімшіктердің жетілуіне тән болып саналады және негізінен ашытқы микроорганизмдерінің протеолитикалық белсенділігі нәтижесінде казеиндердің

ыдырауымен түсіндіріледі [8]. Бақылау үлгісінде жетілуінің 7-күніне қарай аминқышқылдарының өсімі 40–60% шегінде болды. Прополис қосылған тәжірибелік үлгілерде бұл көрсеткіш жоғарырақ мәндермен сипатталып, 45–65% аралығында өзгерді, ең жоғарғы деңгей 2% прополис қолданылған нұсқада тіркелді. Прополис мөлшері артқан сайын бос аминқышқылдарының жиналуының күшею үрдісі байқалғанымен, бұл тәуелділік статистикалық тұрғыдан тек  $\geq 1\%$  концентрацияларда ғана мәнді болды ( $p < 0,05$ ). Алмастырылмайтын бос аминқышқылдарының жиынтық мөлшері бақылау үлгісінде шамамен 50%-ға, ал 2% прополис қосылған ірімшікте 55%-

ға артты [9]. Алынған нәтижелер прополистің микрофлора құрамына әсер етіп, бөгде микроорганизмдердің дамуын тежеу арқылы ашытқы дақылдарының (*Lactococcus* және *Leuconostoc*) протеолитикалық белсенділігін жанама түрде күшейтуі мүмкін [10].



Сурет 3. Ешкі сүтінен жасылған жұмсақ ірімшікті сенсорлық бағалау профилдері (1 күн сақталған).

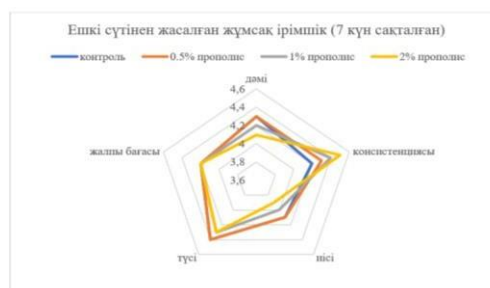
Сенсорлық бағалау жетілуінің 1-ші және 7-ші күндері 5 балдық гедоникалық шкала бойынша 15 дегустатордың қатысуымен жүргізілді. Бағалау барысында бес негізгі көрсеткіш қарастырылды: дәмі, құрылымы, хош иісі, түсі және жалпы қабылдануы. Нәтижелер 3 және 4-суреттерде екі уақыттық нүкте бойынша беріліп, жұмсақ ірімшіктің қысқа мерзімді жетілу процесінде көрсеткіштердің өзгеру динамикасын бақыланды [11]. 2% прополис концентрациясында прополиске тән әлсіз шайырлы ноталардың пайда болғаны байқалды, алайда ұйытқының неғұрлым ұсақ әрі біркелкі құрылымының қалыптасуына байланысты ірімшіктің құрылымдық қасиеттері жақсарды. Жалпы алғанда, өнімнің қабылдану деңгейі өзгеріссіз қалды, ал сенсорлық бағалау көрсеткіштері жетілу барысында тұрақты болды [12].

#### Қорытынды

Зерттеу нәтижелері прополис қоспасының жұмсақ ешкі ірімшігінің аминқышқылдық құрамына белгілі бір дәрежеде әсер ететінін көрсетті. Прополис қосылған үлгілерде анықталған аминқышқылдарының көпшілігі бойынша мөлшердің артуы тіркелді. Өсім деңгейі әртүрлі болды және 7–26% аралығында өзгерді. Айқынырақ өзгерістер пролин, лизин, лейцин мен изолейцин, метионин және аргинин бойынша байқалды [13].

Патогенді және шартты-патогенді микроорганизмдердің (*S. aureus*, *L. monocytogenes*, колиформалар) дамуының айтарлықтай тежелуі субстраттар үшін бәсекелестіктің төмендеуіне әкеледі. Осы жағдайда мезофильді ашытқы микроорганизмдері, атап айтқанда *Lactococcus* және *Leuconostoc* туыстастары, казеиндердің ыдырауын белсендірек жүзеге асырады [14]. Бұл

Прополисті қосу бос алмастырылмайтын аминқышқылдарының жалпы құрамын 9,4%-ға арттыруға ықпал етті, бұл патогендік микрофлораның басылуына байланысты про-теолиздің жоғарылауын көрсетеді.



Сурет 4. Ешкі сүтінен жасалған жұмсақ ірімшіктің сенсорлық бағалау профилдері (7 күн сақталған).

құбылыс ірімшіктің жетілу процесінде протеолиз қарқындылығының артуымен қатар жүреді. Пролин мөлшерінің жоғарылауы осы тұрғыда ерекше назар аударады, себебі ол дәм мен хош иістің қалыптасуына қатысатын қосылыстардың түзілуімен байланысты.

Лизин мен тармақталған тізбекті аминқышқылдарының (лейцин, изолейцин, валин) мөлшерінің өсуі ақуыздың тағамдық құндылығының жақсарғанын көрсетеді. Бұл аминқышқылдар биологиялық тұрғыдан маңызды болып табылады және олардың үлесінің артуы өнімнің аминқышқылдық теңгеріміне оң әсер етеді. Әдеби деректермен салыстырғанда алынған мәндер ешкі сүтінен өндірілетін жұмсақ ірімшіктер үшін тән шектерден аспайды.

Күкірт құрамды аминқышқылдарының, әсіресе метиониннің салыстырмалы түрде жоғарылауы ірімшіктің тотығу процесіне төзімділігін арттыруы мүмкін. Сонымен қатар тирозин мен серин бойынша байқалған өсім тек протеолиз нәтижесі ғана емес, прополис құрамындағы биологиялық белсенді заттардың ықпалымен де байланысты болуы ықтимал [15]. Органолептикалық бағалау нәтижелері прополистің 2% дейінгі мөлшерде қолданылуы өнімнің жалпы сапасына теріс әсер етпейтінін көрсетті. Әлсіз шөптесін реңктің пайда болуы қабылдану деңгейін төмендеткен жоқ. Алынған нәтижелер прополисті жұмсақ ешкі ірімшігі өндірісінде қолдану технологиялық тұрғыдан негізделген және функционалдық бағыттағы өнім алуға мүмкіндік беретін тәсіл екенін көрсетеді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Park, Y. W. (2017). Goat Milk – Chemistry and Nutrition. In *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals* (pp. 42–83). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119110316.ch2.2>
2. Pedonese, F., Verani, G., Torracca, B., Turchi, B., Felicioli, A., & Nuvoloni, R. (2019). Effect of an Italian propolis on the growth of *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* in milk and whey cheese. *Italian Journal of Food Safety*, 8(4). <https://doi.org/10.4081/ijfs.2019.8036>
3. JIA, R., LOU, Y., ZHANG, F., LIU, Y., WANG, W., PENG, H., HUI, Y., & WANG, B. (2022). Amino Acid Composition and Nutritional Evaluation of Proteins in Goat Cheeses Produced with Different Starter Cultures. *Journal of Food and Nutrition Research*, 10(9), 600–607. <https://doi.org/10.12691/jfnr-10-9-3>
4. Camacho-Bernal, G. I., Cruz-Cansino, N. del S., Ramírez-Moreno, E., Delgado-Olivares, L., Zafra-Rojas, Q. Y., Castañeda-Ovando, A., & Suárez-Jacobo, Á. (2021). Addition of Bee Products in Diverse Food Sources: Functional and Physicochemical Properties. *Applied Sciences*, 11(17), 8156. <https://doi.org/10.3390/app11178156>
5. Rendueles, E., Mauriz, E., Sanz-Gómez, J., Adanero-Jorge, F., & García-Fernandez, C. (2023). Antimicrobial Activity of Spanish Propolis against *Listeria monocytogenes* and Other *Listeria* Strains. *Microorganisms*, 11(6), 1429. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11061429>
6. Iquiapaza, I. Y. C., Aguilar, G. J., Zitei-Baptista, L. F., Trindade, D. M., da Silva Ferreira, M. E., & Tapia-Blácido, D. R. (2025). Effect of Brazilian green propolis extracts on the properties of Andean potato starch-chitosan blended films and their use in preserving Parmesan cheese. *International Journal of Biological Macromolecules*, 321, 146551. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.146551>
7. Borba, K. K. S., Gadelha, T. S., Sant’Ana, A. M. S., Pacheco, M. T. B., Pinto, L. S., Madruga, M. S., Medeiros, A. N., Bessa, R. J. B., Alves, S. P. A., Magnani, M., Pimentel, T. C., & Queiroga, R. de C. R. do E. (2022). Fatty acids, essential amino acids, minerals and proteins profile in whey from goat cheese: Impacts of raising system. *Small Ruminant Research*, 217, 106842. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106842>
8. Bankova, V. (2005). Chemical diversity of propolis and the problem of standardization. *Journal of Ethnopharmacology*, 100(1–2), 114–117. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.05.004>
9. Park, Y. W., & Haenlein, G. F. W. (Eds.). (2006). *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470999738>
10. Матибаева А. И., Мухтарханова Р. Б., Джетписбаева Б. Ш., Нагин А. В., Жаксылық А. Ж. (2025). Инновационные методы снижения себестоимости производства соленого сыра: новые технологии и подходы. *Журнал Алматинского технологического университета*, 148 (2), 17-27. <https://doi.org/10.48184/2304-568x-2025-2-17-27>
11. Способ посола сычужного сыра. Патент на полезную модель № 11395 от 14.11.2025 г. Матибаева А.И., Мухтарханова Р.Б., Джетписбаева Б.Ш., Нагин А.В.
12. Тапалов Д.Т., Жаксылық А.Ж. Функциональные и органолептические характеристики мягких сыров, обогащенных пробиотиками. "Интернаука": Научный журнал, 2025, № 16 (380), Москва, с. 54-55.
13. Тапалов Д.Т., Матибаева А.И., Жаксылық А.Ж. Повышение пищевой ценности кисломолочных продуктов за счет использования меда и продуктов пчеловодства. "Интернаука": Научный журнал, 2025, № 16 (380), Москва, с. 52-53.
14. Оразбай А. Ж., Матибаева А. И., Джетписбаева Б.Ш., Жақсылық А. Прополісті ашытылған сүт өнімдері технологиясында қолдану арқылы антиоксиданттық белсенділікті арттыру. Жас ғалымдардың "ҒЫЛЫМ. БІЛІМ. ЖАСТАР" Республикалық ғылыми-тәжірибелік конференциясы. АТУ, 10 сәуір, 2025, 33-35 бб.
15. Matibayeva, A., Jetpisbayeva, B., Zhexenbay, N., Izteliyeva, R., Kuzembayeva, G., & Abdiyeva, K. (2022). Investigation of the Effect of Technological Processing on the Quality of Goat’s Milk Cheese. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 10(1), 213–220. <https://doi.org/10.12944/crnfsj.10.1.16>

REFERENCES

1. Park Y.W. Goat milk – chemistry and nutrition // *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. – Wiley, 2017. – P. 42–83. <https://doi.org/10.1002/9781119110316.ch2.2>
2. Pedonese F., Verani G., Torracca B., Turchi B., Felicioli A., Nuvoloni R. Effect of an Italian propolis on the growth of *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* in milk and whey cheese // *Italian Journal of Food Safety*. – 2019. – Vol. 8(4). <https://doi.org/10.4081/ijfs.2019.8036>
3. Jia R., Lou Y., Zhang F., Liu Y., Wang W., Peng H., Hui Y., Wang B. Amino acid composition and nutritional evaluation of proteins in goat cheeses produced with different starter cultures // *Journal of Food and Nutrition Research*. – 2022. – Vol. 10(9). – P. 600–607. <https://doi.org/10.12691/jfnr-10-9-3>
4. Camacho-Bernal G.I., Cruz-Cansino N.S., Ramírez-Moreno E., Delgado-Olivares L., Zafra-Rojas Q.Y., Castañeda-Ovando A., Suárez-Jacobo Á. Addition of bee products in diverse food sources: functional and physicochemical properties // *Applied Sciences*. – 2021. – Vol. 11(17). – 8156. <https://doi.org/10.3390/app11178156>
5. Rendueles E., Mauriz E., Sanz-Gómez J., Adanero-Jorge F., García-Fernandez C. Antimicrobial activity of Spanish propolis against *Listeria monocytogenes* and other *Listeria* strains // *Microorganisms*. – 2023. – Vol. 11(6). – 1429. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11061429>

6. Iquiapaza I.Y.C., Aguilar G.J., Zitei-Baptista L.F., Trindade D.M., da Silva Ferreira M.E., Tapia-Blácido D.R. Effect of Brazilian green propolis extracts on the properties of Andean potato starch–chitosan blended films and their use in preserving Parmesan cheese // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2025. – Vol. 321. – 146551. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.146551>
7. Borba K.K.S., Gadelha T.S., Sant’Ana A.M.S., Pacheco M.T.B., Pinto L.S., Madruga M.S., Medeiros A.N., Bessa R.J.B., Alves S.P.A., Magnani M., Pimentel T.C., Queiroga R.C.R.E. Fatty acids, essential amino acids, minerals and proteins profile in whey from goat cheese: impacts of raising system // *Small Ruminant Research*. – 2022. – Vol. 217. – 106842. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106842>
8. Bankova V. Chemical diversity of propolis and the problem of standardization // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2005. – Vol. 100(1–2). – P. 114–117. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.05.004>
9. Park Y.W., Haenlein G.F.W. (eds.). *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. – Wiley, 2006. <https://doi.org/10.1002/9780470999738>
10. Matibaeva A.I., Mukhtarkhanova R.B., Dzhetspisbaeva B.Sh., Nagin A.V., Zhaksylyk A.Zh. Innovatsionnye metody snizheniya sebestoimosti proizvodstva solenogo syra: novye tekhnologii i podkhody [Innovative methods for reducing the cost of salted cheese production: new technologies and approaches] // *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*. – 2025. – No. 148(2). – P. 17–27. <https://doi.org/10.48184/2304-568x-2025-2-17-27> (in Russian)
11. Matibaeva A.I., Mukhtarkhanova R.B., Dzhetspisbaeva B.Sh., Nagin A.V. Sposob posola sychuzhnogo syra [Method for salting rennet cheese]. Patent for utility model No. 11395, 14.11.2025. (in Russian)
12. Tapalov D.T., Zhaksylyk A.Zh. Funktsional'nye i organolepticheskie kharakteristiki myagkikh syrov, obogashchennykh probiotikami [Functional and organoleptic characteristics of soft cheeses enriched with probiotics] // *Internauka*. – 2025. – No. 16(380). – P. 54–55. (in Russian)
13. Tapalov D.T., Matibaeva A.I., Zhaksylyk A.Zh. Povyshenie pishchevoi tsennosti kislomolochnykh produktov za schet ispol'zovaniya meda i produktov pchelovodstva [Increasing the nutritional value of fermented milk products using honey and bee products] // *Internauka*. – 2025. – No. 16(380). – P. 52–53. (in Russian)
14. Orazbay A.Zh., Matibaeva A.I., Dzhetspisbaeva B.Sh., Zhaksylyk A. Propolisti ashytılǵan sūt önimderi tekhnologiyasynda qoldanu arqyly antioksidanttyq belsendilikti artturu [Increasing antioxidant activity through the use of propolis in fermented milk product technology] // Republican scientific-practical conference of young scientists “Gylym. Bilim. Zhastar”. – Almaty: ATU, 2025. – P. 33–35. (in Kazakh)
15. Matibayeva A., Jetpisbayeva B., Zhexenbay N., Izteliyeva R., Kuzembayeva G., Abdiyeva K. Investigation of the effect of technological processing on the quality of goat’s milk cheese // *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*. – 2022. – Vol. 10(1). – P. 213–220. <https://doi.org/10.12944/crmfsj.10.1.16>