МРНТИ 65.63.05 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.2.31-1590**

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ТВОРОЖНОГО ПРОДУКТА ИЗ КОМБИНИРОВАННОГО МОЛОКА

[1]Г.Е. Турлыбекова, [1]Н.С. Ханжаров, [2]Е.П. Сучкова, [1]Н.Н. Ташболтаева, [1]У.Б. Абдиманап

[1]Южно-Казахстканский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан,
[2]Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт Петербург, Россия

Корреспондент-автор: khanzharov_n@mail.ru

Расширение ассортимента функциональных молочных продуктов требует научного обоснования их санитарной безопасности, пищевой ценности и технологической устойчивости. Верблюжье молоко характеризуется повышенной биологической активностью, высоким содержанием белков, витаминов и биологически активных компонентов, но его технологические свойства ограничивают возможность получения стабильных творожных продуктов из-за сниженного содержания к-казеина и особенностей строения казеиновых мицелл. В связи с этим сочетание верблюжьего и коровьего молока рассматривается как эффективный способ объединить питательные преимущества первых и структурных свойств второго.

Целью исследования была комплексная оценка показателей безопасности, физико-химических и структурно-механических характеристик творожного продукта, произведенного из смесей верблюжьего и коровьего молока с соотношениями 100:0 (контроль), 80:20, 60:40, 40: 60 и 0;100(контроль). Все исследования проведены в трехкратной повторности с применением статистической обработки данных. Анализы проводились в аккредитованной лаборатории в соответствии с требованиями действующих технических регламентов и стандартов.

Во всех исследуемых образцах выявлено отсутствие афлатоксина M_1 и остаточного количества пестицидов. Концентрация токсичных элементов была значительно ниже допустимого порога. Патогенная микрофлора, в том числе E. бактерии coli, Staphylococcus aureus и Salmonella не обнаружены. Удельная активность радионуклидов CS-137 и Sr-90 в 100 раз ниже нормативных значений, что подтверждает экологическую безопасность сырья.

Для образцов с соотношением верблюжьего и коровьего молока 60:40 установлены наиболее оптимальные показатели. Этот вариант характеризовался однородной и плотной консистенцией, высокой органолептической оценкой (4,6 балла), массовой долей белка 16,0%, содержанием СОМО 15%, влагоудерживающей способностью 68,7% и стабильными структруно-механическими свойствами при хранении в течение 72 часов.

Результаты подтверждают санитарную безопасность, высокую пищевую ценность и технологическую целесообразность комбинирования верблюжьего и коровьего молока в производстве творога, что позволяет рассматривать разработанный продукт как перспективное направление функционального молочного производства.

Ключевые слова: верблюжье молоко, коровье молоко, творожный продукт, безопасность, влагоудерживающая способность, структурно-механические свойства.

ҚҰРАМДАСТЫРЫЛҒАН СҮТТЕН ӨНДІРІЛГЕН СҮЗБЕ ӨНІМІНІҢ САПАСЫ МЕН ҚАУІПСІЗДІГІН БАҒАЛАУ

[1]Г.Е. Тұрлыбекова, [1]Н.С. Ханжаров, [2]Е.П. Сучкова, [1]Н.Н. Ташболтаева, [1]Ұ.Б. Әбдіманап

[1]М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан,
[2]ИТМО Ұлттық зерттеу университеті, Санкт-Петербург, Ресей,
e-mail: khanzharov_n@mail.ru

Функционалды сүт өнімдерінің түрлерін кеңейту олардың санитарлық қауіпсіздігін, тағамдық құндылығын және технологиялық тұрақтылығын ғылыми тұрғыдан негіздеуді талап етеді. Түйе сүті биологиялық белсенділіктің жоғарылауымен және ақуыздардың, дәрумендердің және биологиялық белсенді компоненттердің көп мөлшерімен сипатталады. Дегенмен, оның технологиялық қасиеттері к-казеин мөлшерінің төмендеуіне және казеин мицеллаларының құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты тұрақты ірімшік өнімдерін өндіру мүмкіндігін шектейді. Сондықтан түйе мен сиыр сүтінің үйлесімі біріншісінің тағамдық пайдасын соңғысының құрылымдық қасиеттерімен біріктірудің тиімді тәсілі болып саналады.

Зерттеудің мақсаты түйе мен сиыр сүтінің қоспаларынан 100:0 (бақылау), 80:20, 60:40, 40:60 және 0:100 (бақылау) қатынасында өндірілген сүзбе өнімінің қауіпсіздік көрсеткіштерін, физика-химиялық және құрылымдық-механикалық сипаттамаларын кешенді бағалау болды. Барлық зерттеулер статистикалық деректерді өңдеуді қолдана отырып, үш реттен жүргізілді. Талдаулар аккредиттелген зертханада қолданыстағы техникалық ережелер мен стандарттарға сәйкес жүргізілді.

Сыналған барлық үлгілерде афлатоксин M_1 және пестицид қалдықтары болмады. Уытты элементтердің концентрациясы рұқсат етілген шектен айтарлықтай төмен болды. E. coli, Staphylococcus aureus және Salmonella сияқты патогендік микрофлора анықталмады. CS-137 және Sr-90 радионуклидтерінің меншікті белсенділігі нормативтік шектеулерден 100 есе төмен болды, бұл шикізаттың экологиялық қауіпсіздігін растайды.

Ең оңтайлы параметрлер түйе мен сиыр сүтінің қатынасы 60:40 болатын үлгілер үшін белгіленді. Бұл нұсқа біркелкі және тығыз консистенциясымен, жоғары органолептикалық рейтингімен (4,6 балл), ақуыз мөлшері 16,0%, суды ұстау қабілеті 15%, су ұстау қабілеті 68,7% және 72 сағаттық сақтау кезінде тұрақты құрылымдық және механикалық қасиеттерімен сипатталды.

Нәтижелер сүзбе өндірісінде түйе мен сиыр сүтін біріктірудің санитарлық қауіпсіздігін, жоғары тағамдық құндылығын және технологиялық мүмкіндігін растайды, бұл әзірленген өнімді функционалды сүт өндірісіндегі перспективалы бағыт деп санауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: түйе сүті, сиыр сүті, сүзбе өнімі, қауіпсіздік, су ұстау қабілеті, құрылымдық және механикалық қасиеттер.

ASSESSMENT OF QUALITY AND SAFETY OF A COTTAGE CHEESE PRODUCT PRODUCED FROM COMBINED MILK

[1]G.E. Turlybekova, [1]N.S. Khanzharov✉, [2]E.P. Suchkova, [1]N.N. Tashboltayeva, [1]U.B. Abdumanap

[1]M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan,
[2]ITMO National Research University, Saint Petersburg, Russian,
e-mail: khanzharov_n@mail.ru

Expanding the range of functional dairy products requires scientific substantiation of their sanitary safety, nutritional value, and technological stability. Camel milk is characterized by increased biological activity and a high content of proteins, vitamins, and biologically active components. However, its technological properties limit the possibility of producing stable curd products due to its reduced κ-casein content and the structural features of casein micelles. Therefore, a combination of camel and cow' s milk is considered an effective way to combine the nutritional benefits of the former with the structural properties of the latter.

The aim of the study was to comprehensively evaluate the safety indicators, physicochemical, and structural-mechanical characteristics of a curd product produced from mixtures of camel and cow' s milk in ratios of 100:0 (control), 80:20, 60:40, 40:60, and 0:100 (control). All studies were conducted in triplicate using statistical data processing. The analyses were conducted in an accredited laboratory in accordance with current technical regulations and standards.

All samples tested were free of aflatoxin M1 and pesticide residues. Concentrations of toxic elements were significantly below the permissible threshold. Pathogenic microflora, including E. coli, Staphylococcus aureus, and Salmonella, were not detected. The specific activity of radionuclides CS-137 and Sr-90 was 100 times lower than the regulatory limits, confirming the environmental safety of the raw materials.

Samples with a camel to cow milk ratio of 60:40 demonstrated the most optimal values. This variant was characterized by a uniform and dense consistency, a high organoleptic rating (4.6 points), a protein content of 16.0%, a water-holding capacity of 15%, a water-holding capacity 68.7%, and stable structural and mechanical properties during 72-hour storage.

The results confirm the sanitary safety, high nutritional value, and technological feasibility of combining camel and cow' s milk in cottage cheese production, allowing the developed product to be considered a promising direction in functional dairy production.

Keywords: camel milk, cow milk, cottage cheese product, safety, water-holding capacity, structural and mechanical properties.

Введение. Современные тенденции развития пищевой промышленности ориентированы на создание продуктов с повышенной биологической ценностью и подтверждённой безопасностью [1]. В данном контексте верблюжье молоко представляет значительный научный и практический интерес благодаря особенностям белкового состава, высокому содержанию биологически активных веществ и устойчивости к микробной контаминации.

Однако, несмотря на указанные преимущества, технологическая переработка верблюжьего молока сопряжена с определёнными трудностями. Низкое содержание к-казеина и специфическая структура казеиновых мицелл обуславливают формирование менее плотного сгустка при кислотной коагуляции [2]. В результате выход творога снижается, а текстурные характеристики становятся нестабильными.

Следовательно, для компенсации указанных ограничений целесообразно использование комбинированного сырья. Добавление коровьего молока, обладающего выраженными коагуляционными свойствами, способствует формированию более плотной белковой матрицы [3]. Одновременно высокая доля верблюжьего молока позволяет сохранить его нутритивные преимущества.

Научная проблема настоящего исследования заключается в противоречии между технологическими ограничениями верблюжьего молока (недостаточная коагуляция белков) и необходимостью создания стабильной структуры творожного продукта с сохранением высокой биологической ценности и безопасности.

Несмотря на наличие публикаций, посвящённых безопасности и пищевой ценности верблюжьего молока, вопросы формирования стабильной структуры творожных продуктов на основе комбинированного сырья остаются недостаточно изученными. В литературе ограничено количество исследований, в которых одновременно рассматривались бы показатели санитарной безопасности, физико-химические характеристики и технологические свойства (структурно-механические, влагоудерживающая способность, стабильность при хранении) творожного продукта из смеси верблюжьего и коровьего молока. Кроме того, недостаточно раскрыты механизмы влияния соотношения молочных компонентов на формирование белковой матрицы, влагоудерживающую способность и стабильность структуры продукта.

Целью настоящего исследования стало изучение влияния комбинирования верблюжьего и кобыльего молока в различных соотношениях на формирование безопасного и технологически стабильного творожного продукта с повышенной биологической ценностью, а также сравнительный анализ структурно-механических свойств и стабильности при хранении.

Для решения поставленной проблемы были сформулированы следующие задачи:

- оценить токсикологические, микробиологические и радиологические показатели разработанного продукта;

- исследовать физико-химические характеристики продукта;

- провести сравнительный анализ образцов с различным соотношением верблюжьего и коровьего молока;

- установить влияние комбинирования молочного сырья на формирование структуры и стабильность творожного сгустка с применением статистической обработки данных.

Научная новизна исследования заключается в комплексной оценке безопасности, а также в выявлении закономерностей формирования структурно-механических свойств творожного продукта при комбинировании верблюжьего и кобыльего молока в соотношении 60:40, включая количественную оценку влагоудерживающей способности и стабильности сгустка в зависимости от доли компонентов.

Следует отметить, что изменение рецептурного состава может влиять на токсикологические, микробиологические и радиологические показатели продукции [4]. По этой причине проведение комплексной оценки безопасности является обязательным этапом научного обоснования новой технологии [5]. Предыдущие исследования автора показывают, что кислотность творога шубата формируется в зависимости от активности содержащихся в нем молочнокислых бактерий и исходных физико-химических свойств верблюжьего молока. Особенности медленного накопления кислоты в верблюжьем молоке и процесса свёртывания затрудняют образование творога. Из-за этого технологически выгодно смешивать коровье молоко с верблюжьим молоком, поскольку коровье молоко улучшает свёртывание белков, обеспечивая быстрое формирование кислотности. В результате стабилизируется процесс образования творога, повышается структура и качество готового продукта [6].

Согласно результатам органолептических исследований, оптимальным соотношением верблюжьего и коровьего молока для производства творога является 60:40. При данном соотношении формируется слабокислая среда, благоприятная для эффективной коагуляции белков и образования стабильного, однородного творожного сгустка. В результате улучшаются структурные и органолептические показатели продукта, что подтверждает технологическую целесообразность использования указанной пропорции.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись четыре группы опытных образцов творожного продукта, изготовленные из смесей верблюжьего и коровьего молока с различным соотношением компонентов: образец К1 (контрольный 1) – 100% верблюжье молоко, образец К2 (контрольный 2) - 100% коровье молоко; 80:20; 60:40 и 40:60. Основное внимание уделялось образцу с соотношением 60:40, поскольку предварительные органолептические исследования показали его наилучшие структурные характеристики.

Для получения творожного продукта использовали пастеризованное верблюжье и коровье молоко. Пастеризацию проводили при температуре 72±2°С с выдержкой 20 секунд. После охлаждения до температуры заквашивания вносили закваску молочнокислых культур. Сквашивание осуществляли при температуре 32±1°С до достижения кислотности 75–80°Т в течение 6-8 часов. Далее проводили самопрессование в течение 4 часов при температуре 20±2°С и отделение сыворотки.

Готовый продукт хранился при температуре (4±2)°С в течение 72 часов до проведения анализа.

Исследования выполнялись в трёхкратной повторности для каждого образца (n=3) в аккредитованной лаборатории в соответствии с требованиями ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» и ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

В образцах определяли:

- афлатоксин M_1;

- содержание свинца, кадмия, мышьяка и рту-

ти;

- остаточные количества хлорорганических пестицидов;

- наличие патогенных микроорганизмов;

- содержание дрожжей и плесеней;

- удельную активность Cs-137 и Sr-90;

- массовую долю белка, жира и сухого обезжиренного молочного остатка;

- влагоудерживающую способность (ВУС);

- титруемую кислотность;

- органолептические показатели (вкус, запах, консистенция, внешний вид) по пятибалльной шкале с привлечением трёх экспертов;

- структурно-механические свойства продукта (плотность сгустка, оцениваемая по сопротивлению вдавливанию конуса, степень отделения сыворотки методом центрифугирования).

Органолептическую оценку проводили по показателям вкуса, запаха, консистенции и внешнего вида по пятибалльной шкале. Влагоудерживающую способность определяли методом центрифугирования. Структурно-механические свойства оценивали по плотности и однородности сгустка.

Полученные экспериментальные данные обрабатывали методом вариационной статистики. Результаты представлены в виде средней арифметической величины и стандартного отклонения (M±m). Статистическую обработку выполняли с использованием программы Microsoft Excel. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Результаты исследования токсикологических показателей разработанного творожного продукта приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Токсикологические показатели (M=m, n=3)

№	Наименование показателей	НД на методы испытаний	Значения определяемых показателей					
			Нормируемые	К1 (100% в.м.*)	80:20	60:40	40:60	К2 100% к.м.*)
1	Микотоксины, мг/кг, не более							
	Афлатоксин М1, мг/мг, не более	ГОСТ 30711-2001 [7]	0,0005	0	0	0	0	0
2	Содержание токсичных элементов, мг/кг, не более:							
	Свинец (Pb)	МУ 04-64-2017	0,3	0,0058 ± 0,0003	0,0060 ± 0,0004	0,0062 ± 0,0003	0,0065 ± 0,0004	0,0068 ± 0,0005
	Кадмий (Cd)	МУ 04-64-2017	0,1	0	0	0	0	0
	Мышьяк (As)	МУ 04-64-2017	0,2	0	0	0	0	0
	Ртуть (Hg)	МУ 04-64-2017	0,02	0	0	0	0	0

3	Содержание остаточного количества пестицидов мг/кг, не более:							
	ГХЦГ (α,β,γ-изомеры), мг/мг	СТ РК 2011-2010	1,25	0	0	0	0	0
	ДДТ и метаболиты, мг/мг	СТ РК 2011-2010	1,0	0	0	0	0	0

** примечание: в.м. – верблюжье молоко; к.м. – коровье молоко.*

Результаты исследования токсикологических показателей показали, что в исследуемых образцах афлатоксина M_1 не обнаружено. Концентрация свинца (Pb) в пробах составила от 0,0058 до 0,0065 мг/кг.

Полученные значения оказались в 44-50 раз ниже нормативно допустимого уровня (0,3 мг/кг). Содержания кадмия (Cd), мышьяка (As) и ртути (Hg) находилось ниже предела обнаружения использованного аналитического метода. Статистически значимых различий между образцами по содержанию свинца не выявлено ($p>0,05$)

Таблица 2 - Микробиологические показатели безопасности разработанного продукта (M=m, n=3)

№	Наименование показателей	НД на методы испытаний	Значения определяемых показателей					
			Нормируемые	К1 (100% в.м.*)	80:20	60:40	40:60	К2 100% к.м.*)
1	Микотоксины, мг/кг, не более							
	Афлатоксин М1, мг/мг, не более	ГОСТ 30711-2001 [7]	0,0005	0	0	0	0	0
2	Содержание токсичных элементов, мг/кг, не более:							
	Свинец (Pb)	МУ 04-64-2017	0,3	0,0058 ± 0,0003	0,0060 ± 0,0004	0,0062 ± 0,0003	0,0065 ± 0,0004	0,0068 ± 0,0005
	Кадмий (Cd)	МУ 04-64-2017	0,1	0	0	0	0	0
	Мышьяк (As)	МУ 04-64-2017	0,2	0	0	0	0	0
	Ртуть (Hg)	МУ 04-64-2017	0,02	0	0	0	0	0

3	Содержание остаточного количества пестицидов мг/кг, не более:							
	ГХЦГ (α,β,γ-изомеры), мг/мг	СТ РК 2011-2010	1,25	0	0	0	0	0
	ДДТ и метаболиты, мг/мг	СТ РК 2011-2010	1,0	0	0	0	0	0

** примечание: в.м. – верблюжье молоко; к.м. – коровье молоко.*

Таблица 3 - Радиологическая безопасность разработанного продукта (M=m, n=3)

№	Наименование показателей	НД на методы испытаний	Значения определяемых показателей					
			Нормируемые	К1 (100% в.м.*)	80:20	60:40	40:60	К2 (100% к.м.*)
	Удельная активность радинуклидов, Бк/кг, не более							
1	Цезий-137	СТ РК 1623-2007	200	1,210 ± 0,05	1,287 ± 0,06	1,354 ± 0,05	1,354 ± 0,05	1,354 ± 0,06
2	Стронций-90	СТ РК 1623-2007	60	0,482 ± 0,02	0,507 ± 0,02	0,531 ± 0,02	0,531 ± 0,03	0,550 ± 0,03

** примечание: в.м. – верблюжье молоко; к.м. – коровье молоко.*

Результаты исследований микробиологических показателей разработанного творожного продукта приведены в таблице 2.

Результаты микробиологических исследований показали отсутствие патогенной микрофлоры, бактерий группы кишечной палочки и Staphylococcus aureus во всех исследуемых образцах. Количество дрожжей варьировало в пределах 11-15 КОЕ/г, что значительно ниже допустимого уровня (p>0,5 между образцами). Плесневые грибы не обнаружены.

Результаты исследований радиологической безопасности разработанного продукта приведены в таблице 3.

Фактические показатели более чем в 100 раз ниже предельных уровней. Статистически значимого увеличения радионуклидов при добавлении коровьего молока не обнаружено (p>0,05).

Результаты исследований физико-химических характеристик разработанного творожного продукта приведены в таблице 4.

Результаты исследования физико-химических характеристик разработанных творожных продуктов показали:

- массовая доля белка достигла 13,2-17,2% при нормативном минимуме в 12%, содержание белка в образце 60:40 (16,0%) статистически значимо выше, чем в контрольном образце из 100% коровьего молока (13,2%) (p <0.05);

- массовая доля жира составила 8-10,0%, содержание СОМО составило 13,5-15,3% при нормативе не менее 13,5%. В образце 60:40 данный

показатель (15,0%) значительно выше, чем в контроле из коровьего молока (13,5%) (p <0.05);

- кислотность и водоудерживающая способность закономерно возрастали при увеличении доли коровьего молока: ВУС увеличилась с 61,2% (100% верблюжье) до 68,7% (60:40) и 70,1% (100% коровье).

Таблица 4 - Физико-химические характеристики разработанного творожного продукта (M=m, n=3)

№	Наименование показателей	НД на методы испытаний	Значения определяемых показателей					
			Нормируемые	К1 (100% в.м.*)	80:20	60:40	40:60	К2 (100% к.м.*)
1	Массовая доля белка, %, не менее	ГОСТ 23327-98 [12]	12,0	17,2 ± 0,3	16,8 ± 0,2	16 ± 0,2**	14,5 ± 0,2**	13,2 ± 0,2**
2	Массовая доля жира, %, не более	ГОСТ 5867-2023 [13]	0,1-35	8 ± 0,2	8,5 ± 0,2	9 ± 0,2	9,5 ± 0,2	10,0 ± 0,2
3	СОМО, %, не менее	ГОСТ Р 54761-2011 [14]	13,5	15,3 ± 0,2	15,1 ± 0,2	15,0 ± 0,2	14,1 ± 0,2**	13,5 ± 0,2**
4	Кислотность, ^{0}Т	ГОСТ 3624-92	65-220	72 ± 2	76 ± 2	78 ± 2**	82 ± 2**	85 ± 2**
5	Влагоудерживающая способность, %	центрифугирование	-	61,2 ± 1,5	64,5 ± 1,2	68,7 ± 1,2**	69,4 ± 1,3**	70,1 ± 1,4**

** примечание: в.м. – верблюжье молоко; к.м. – кобылье молоко.*

*** - различия статистически значимы по сравнению с К1 при p>0,05.*

При увеличении доли коровьего молока возрастали кислотность и влагоудерживающая способность продукта, что связано с более выраженными коагуляционными свойствами казеинового комплекса коровьего молока. Наиболее сбалансированные показатели, сочетающие высокое содержание белка (16,0%), достаточное количество сухих веществ (15,0%) и стабильные структурно-механические характеристики (плотность сгустка 0,85±0,02 г/см^3), отмечены у образца с соотношением 60:40.

Для объективной оценки влияния комбинирования молочного сырья был проведён сравнительный анализ всех пяти образцов, включая два контрольных (100% верблюжье и 100% коровье молоко).

Установлено, что увеличение доли верблюжьего молока сопровождалось ростом содержания белка и СОМО, однако одновременно ухудшались структурно-механические свойства продукта. В образцах с высоким содержанием верблюжьего молока формировался менее плотный и менее устойчивый сгусток, что связано с пониженным содержанием к-казеина и особенностями казеиновых мицелл.

Добавление коровьего молока способствовало усилению коагуляционных процессов и формированию более стабильной белковой структуры. По результатам сравнительного анализа с контрольными образцами наиболее оптимальным оказалось соотношение 60:40, при котором сочетались высокая пищевая ценность, (белок 16,0% против 13,2% в К2), хорошие органолеп-

тические характеристики (4,6 балла) и стабильная консистенция (плотность сгустка на 18% выше, чем у К1, при р <.0.05).

Таблица 5 - Сравнительная характеристика образцов творожного продукта (M=m)

Образец	Консистенция	Белок, %	СОМО, %	Органолептическая оценка, баллы
К1(100% верблюжье)	Рыхлая, недостаточно плотная	17,2 ± 0,3	15,3 ± 0,2	4,1 ± 0,1
80:20	Мягкая, слабоустойчивая	16,8 ± 0,2	15,1 ± 0,2	4,3 ± 0,1
60:40	Однородная, плотная	16,0 ± 0,2*	15,0 ± 0,2	4,6 ± 0,1*
40:60	Плотная	14,5 ± 0,2*	14,1 ± 0,2*	4,4 ± 0,1
К2 (100% коровье)	Очень плотная, склонная к крупитчатости	13,2±0,2*	13,5±0,2*	4,2±0,1

** - различия статистически значимы при сравнении с К1 (р <0,05).*

Полученные результаты подтверждают, что комбинирование молочного сырья оказывает прямое влияние на формирование структуры творожного продукта и позволяет компенсировать технологические ограничения верблюжьего молока.

Механизм формирования структуры. Следует отметить, что формирование структуры творожного продукта напрямую связано с особенностями белкового комплекса используемого сырья. Для верблюжьего молока характерно пониженное содержание к-казеина, обеспечивающего стабилизацию казеиновых мицелл и образование плотного коагуляционного сгустка. В результате при использовании исключительно верблюжьего молока формируется рыхлая и менее устойчивая структура.

Добавление коровьего молока повышает содержание к-казеина и способствует формированию более прочной пространственной белковой матрицы. Одновременно сохраняется повышенное содержание сывороточных белков и биологически активных компонентов верблюжьего молока. Именно этим объясняется улучшение структурно-механических характеристик продукта при сохранении высокой пищевой ценности. Количественно это выражается в увеличении влагоудерживающей способности с 61,2% (К1) до 68,7% (60:40) и снижении отделения сыворотки в процессе хранения с 12% до 5% за 72 часа.

Кроме того, увеличение содержания сухих веществ в образце 60:40 положительно влияло на влагоудерживающую способность продукта и обеспечивало более стабильную консистенцию при хранении.

Результаты настоящего исследования сопоставлены с данными отечественных и зарубежных авторов, изучавших показатели безопасности и технологические свойства верблюжьего и комбинированного молочного сырья.

В отличие от работ, ограничивающихся констатацией нормативного соответствия [15,16], настоящее исследование впервые для данного типа продукта представляет количественные данные о влиянии соотношения верблюжьего и коровьего молока на структурно-механические свойства и влагоудерживающую способность творожного сгустка.

Более значимыми для интеграции наших дан-

ных является работа Бейсембековой и соавторов [20], где подчёркивается пониженное содержание к-казеина в верблюжьем молоке. Нами впервые показано, что добавление 40% коровьего молока увеличивает ВУС на 12,3% по сравнению с чистым верблюжьим молоком, что прямо подтверждает о стабилизации белковой матрицы за счёт дополнительного к-казеина.

Таким образом, сопоставление полученных результатов с данными современной литературы показывает следующее:

- токсикологические и микробиологические показатели находятся на уровне, представленном в аналогичных исследованиях [15-18, 21, 23];

- впервые установлено количественное влияние комбинирования верблюжьего и коровьего молока на влагоудерживающую способность (увеличение на 12,3% при соотношении 60:40 по сравнению с 100% верблюжьим молоком) и структурную стабильность сгустка;

- повышенная массовая доля белка (16% в оптимальном образце) подтверждает данные о высокой биологической ценности верблюжьего молока [19, 22, 24];

- комбинирование с коровьим молоком технологически оправдано и согласуется с данными о структуре казеинового комплекса [20, 25].

Дополнительно была проведена оценка стабильности продукта в процессе хранения при температуре (4±2)°С в течение 72 часов. В течение исследуемого периода не наблюдалось отделения значительного количества сыворотки (отделение сыворотки составило 5,2% против 11,8% в К1 и 4,1% в К2), изменения цвета или появления постороннего запаха. Кислотность увеличилась незначительно: с 78 ºТ до 82ºТ. В контрольных образцах изменения были более выраженными (в К1 с 72 ºТ до 79 ºТ, в К2 с 85 ºТ до 91 ºТ). Микробиологические показатели оставались в пределах нормативных требований, а консистенция продукта сохраняла однородность и пластичность. Это свидетельствует о достаточной устойчивости белковой структуры разработанного продукта (промежуточной между верблюжьим и коровьим контролем) и подтверждает технологическую целесообразность использования комбинированного молочного сырья.

Выводы. Проведённые исследования с применением статистической обработки данных и сравнительного анализа с двумя контрольными образцами показали, что комбинирование верблюжьего и коровьего молока оказывает существенное влияние на формирование структуры и физико-химических свойств творожного продукта.

Установлено, что увеличение доли верблюжьего молока способствует повышению содержания белка и СОМО, однако при этом ухудшаются структурно-механические свойства сгустка (снижение влагоудерживающей способности с 70,1% вК2 до 61,2% в К1). Добавление коровьего молока обеспечивает стабилизацию коагуляционных процессов и формирование более плотной белковой матрицы при добавлении 40% коровьего молока по сравнению с чистым верблюжьим.

Наиболее оптимальным оказалось соотношение 60:40, при котором достигалось сочетание высокой биологической ценности (белок 16,0%, что на 21,2% выше, чем в контроле из коровьего молока), удовлетворительных органолептических характеристик (4,6 балла) и стабильной структуры продукта (ВУС 68,7%, отделение сыворотки при хранении 5,2%).

Результаты токсикологических, микробиологических и радиологических исследований подтвердили соответствие разработанного продукта требованиям ТР ТС 033/2013 и ТР ТС 021/2011.

Научная значимость работы заключается в выявлении закономерности: увеличение доли коровьего молока на каждые 20% приводит к повышению влагоудерживающей способности творожного сгустка в среднем на 4-5% (R^2=0.94), что позволяет прогнозировать структурные свойства комбинированных продуктов.

Таким образом, комбинирование верблюжьего и коровьего молока является технологически обоснованным способом получения безопасно-

го творожного продукта с повышенной пищевой ценностью и улучшенными структурными характеристиками по сравнению с продуктом из чистого верблюжьего молока.

Практической значимостью исследования является рекомендация соотношения верблюжьего и кобыльего молока 60:40 для производства творожного продукта с пониженным содержанием к-казеина в сырье.

Литература

1. Abdel-Wahab R.F., Hussein M.K., Khalifa M.I., Zakaria A.M. Quality assessment of physicochemical properties and microbial safety of market raw camel milk sold in Aswan Governorate, Egypt // Egyptian Journal of Veterinary Sciences. -2025. -P.1-9 DOI 10.21608/ejvs.2025.335403.2497.

2. Nadtochii L., Orazov A., Ryskaliyeva B., Sarmalayev A., Tazhiyeva N. Assessment of quality and safety of camel milk and its processed products // Science and Education. -2025. - Vol.3(1):78. -P.141-147. DOI 10.52578/2305-9397-2025-1-3-141-147.

3. Osaili T.M., Dhanasekaran D.K., Hasan F., Obaid R.S., et al. Changes in microbial safety and quality of high-pressure processed camel milk // Foods. -2025. -Vol.14(2): 320 DOI 10.3390/foods14020320.

4. Yang H., Er D., Liu Y., Ling H., Ge R. Risk prevention and quality control in camel milk collection: insights from field research // Foods. -2025. -Vol.14(7): 1090 DOI 10.3390/foods14071090.

5. Габрильянц Э.А., Алибеков Р.С., Орымбетова Г.Э. Исследование качественных характеристик сыра из верблюжьего молока // Известия НАН РК. Серия химических наук. -2023. -Т.4 (457). -С.69-78. DOI 10.32014/2023.2518-1491.193.

6. Турлыбекова Г.Е., Ханжаров Н.С., Тошболтаева Н.Н. Анализ минерального состава творога и сыворотки из шубата //Вестник науки Южного Казахстана. - 2025. - № 4(32). - С.111-117.

7. ГОСТ 30711-2001. Продукты пищевые. Методы выявления и определения содержания афлатоксинов В1 и М1. /Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. Минск. -2001.

8. ГОСТ 9225-84. Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа/ Москва. Стандартинформ. -2009.

9. ГОСТ 30347-2016. Молоко и молочная продукция. Методы определения Staphyococcus aureus/ Москва. Стандартинформ. -2016.

10. ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002). Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella* / Москва. Стандартинформ. -2014.

11. ГОСТ 10444.12-2013. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчёта количества дрожжей и плесневых грибов/ Москва. Стандартинформ. -2014.

12. ГОСТ 23327-98. Молоко и молочные продукты. Метод определения массовой доли общего азота по Кьельдалю м определение массовой доли белка/ Москва. Стандартинформ. -2009.

13. ГОСТ 5867-2023. Молоко и продукты переработки молока. Методы определения жира/ Москва. Российский институт стандартизации. -2024.

14. ГОСТ Р 54761-2011. Молоко и молочная продукция. Методы определения массовой доли сухого обезжиренного молочного остатка/ Москва. Стандартинформ. -2024.

15. Шишкина И.Ю., Гиноян Р.В., Кислюнина Ю.А., Власов А.Е., Самарина Д.Д. Оценка качества молочного сырья при производстве творога // Вестник Нижегородского государственного агротехнологического университета. -2024. -№ 4(44). -С.104-110.

16. Кадралиева Б.Т., Косилов В.И. Оценка безопасности и технологические свойства молока при производстве творога // Наука и образование. -2022. -Т.1(2):67. -С.14-22. DOI 10.52578/2305-9397-2022-2-1-14-22.

17. Шайкенова К.Х., Омарова Қ.М., Джетписбаева Б.Ш. Исследование молока и молочной продукции молочно-товарной фермы ТОО «Камышенка» // Механика и технологии. -2021. -№1(71). -С.7-12. DOI 10.55956/JOJB3792.

18. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). -Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 9 октября 2013. -№ 67. URL: https://62.fsvps.gov.ru. -Дата обращения: 16.02.2026.

19. Юнусходжаева Х.Ш., Максумова Д.К., Додаев К.О. Анализ качества верблюжьего молока: физико-химические, микробиологические и токсикологические показатели // Universum: технические науки. -2025. –Т.8(137). -С.32-36. DOI 10.32743/UniTech.2025.137.8.20692.

20. Бейсембекова Г.К., Нармуратова, М., Канаят, Ш. Жирнокислотный состав и свойства масла верблюжьего молока // Микробиология и вирусология. -2023. -№2(41). -С.26-39. DOI 10.53729/MV-AS.2023.02.02.

21. Жумабай А.Н., Серикбаева А.Д., Мырзабек К.А., Мусульманова М.М. Микробиологический анализ сырого верблюжьего молока, сухого верблюжьего молока и шубата с фермы в Алматинской области // Микробиология и вирусология. -2023. -Т.2(41). DOI 10.53729/MV-AS.2023.02.10.

22. Bhateshwar V., Rai D.C., Muwal H., Nehra H.L., Jat M. Camel milk: the natural gift for medicinal uses for humans - a review // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. -2021. -Vol.10 (2). -P.2397-2407. DOI 10.20546/ijcmas.2021.1002.285.

23. Aman I.M., Al-Hawary I.I., Elewa S.M., El-Kassas W.M., El-Magd M.A. Microbiological evaluation of some Egyptian fermented dairy products // Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society. -2021. -Vol. 72(2). -P.2889-2896. DOI 10.12681/jhvms.27528.

24. Кудайбергенова А.К., Ахметсадыкова Ш.Н., Бегдильдаева Н.Ж., Ахметсадыков Н.Н. Анализ микрофлоры и функциональных пробиотических свойств верблюжьего молока и продуктов на его основе // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. -2020. -№5. -С.26-30. DOI 10.37882/2223-2966.2020.05.23

25. Akishev Z., Kiribayeva A., Mussakhmetov A., Baltin K., Ramankulov Ye., Khassenov B. Constitutive expression of Camelus bactrianus prochymosin B in Pichia pastoris // Heliyon. -2021. -Vol.7(5): e07137. DOI10.1016/j.heliyon.2021.e07137.

References

1. Abdel-Wahab R.F., Hussein M.K., Khalifa M.I., Zakaria A.M. Quality assessment of physicochemical properties and microbial safety of market raw camel milk sold in Aswan Governorate, Egypt // Egyptian Journal of Veterinary Sciences. -2025. -P.1-9 DOI 10.21608/ejvs.2025.335403.2497.

2. Nadtochii L., Orazov A., Ryskaliyeva B., Sarmalayev A., Tazhiyeva N. Assessment of quality and safety of camel milk and its processed products // Science and Education. -2025. - Vol.3(1):78. -P.141-147. DOI 10.52578/2305-9397-2025-1-3-141-147.

3. Osaili T.M., Dhanasekaran D.K., Hasan F., Obaid R.S., et al. Changes in microbial safety and quality of high-pressure processed camel milk // Foods. -2025. -Vol.14(2): 320 DOI 10.3390/foods14020320.

4. Yang H., Er D., Liu Y., Ling H., Ge R. Risk prevention and quality control in camel milk collection: insights from field research // Foods. -2025. -Vol.14(7): 1090 DOI 10.3390/foods14071090.

5. Gabril’ janc Je.A., Alibekov R.S., Orymbetova G.Je. Issledovanie kachestvennyh harakteristik syra iz verbljuzh’ ego moloka // Izvestija NAN RK. Serija himicheskih nauk. -2023. -T.4 (457). -C.69-78. DOI 10.32014/2023.2518-1491.193. [in Russian]

6. Turlybekova G.E., Hanzharov N.S., Toshboltaeva N.N. Analiz mineral’ nogo sostava tvoroga i syvorotki iz shubata //Vestnik nauki Juzhnogo Kazahstana. - 2025. - № 4(32). - S.111-117. [in Russian]

7. GOST 30711-2001. Produkty pishhevye. Metody vyjavlenija i opredelenija soderzhanija aflatoksinov B1 i M1. /Mezhgosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii. Minsk. -2001. [in Russian]

8. GOST 9225-84. Moloko i molochnye produkty. Metody mikrobiologicheskogo analiza/ Moskva. Standartinform. -2009. [in Russian]

9. GOST 30347-2016. Moloko i molochnaja produkcija. Metody opredelenija Staphyococcus aureus/ Moskva. Standartinform. -2016. [in Russian]

10. GOST 31659-2012 (ISO 6579:2002). Produkty pishhevye. Metod vyjavlenija bakterij roda Salmonella / Moskva. Standartinform. -2014.

11. GOST 10444.12-2013. Mikrobiologija pishhevyh produktov i kormov dlja zhivotnyh. Metody vyjavlenija i podschjota kolichestva drozhzhej i plesnevyh gribov/ Moskva. Standartinform. -2014. [in Russian]

12. GOST 23327-98. Moloko i molochnye produkty. Metod opredelenija massovoj doli obshhego azota po K’ el’ dalju m opredelenie massovoj doli belka/ Moskva. Standartinform. -2009. [in Russian]

13. GOST 5867-2023. Moloko i produkty pererabotki moloka. Metody opredelenija zhira/ Moskva. Rossijskij institut standartizacii. -2024. [in Russian]

14. GOST R 54761-2011. Moloko i molochnaja produkcija. Metody opredelenija massovoj doli suhogo obezzhirennogo molochnogo ostatka/ Moskva. Standartinform. -2024. [in Russian]

15. Shishkina I.Ju., Ginojan R.V., Kisljunina Ju.A., Vlasov A.E., Samarina D.D. Ocenka kachestva molochnogo syr’ ja pri proizvodstve tvoroga // Vestnik Nizhegorodskogo gosudarstvennogo agrotehnologicheskogo universiteta. -2024. -№ 4(44). -S.104-110. [in Russian]

16. Kadralieva B.T., Kosilov V.I. Ocenka bezopasnosti i tehnologicheskie svojstva moloka pri proizvodstve tvoroga // Nauka i obrazovanie. -2022. -T.1(2):67. -C.14-22. DOI 10.52578/2305-9397-2022-2-1-14-22. [in Russian]

17. Shajkenova K.H., Omarova Ķ.M., Dzhetpisbaeva B.Sh. Issledovanie moloka i molochnoj produkcii molochno-tovarnoj fermy TOO «Kamyshenka» // Mehanika i tehnologii. -2021. -№1(71). -S.7-12. DOI 10.55956/JOJB3792. [in Russian]

18. Tehnicheskij reglament Tamozhennogo sojuza «O bezopasnosti moloka i molochnoj produkcii» (TR TS 033/2013). -Prinjat Resheniem Soveta Evrazijskoj jekonomicheskoj komissii ot 9 oktjabrja 2013. -№ 67. URL: https://62.fsvps.gov.ru. -Data obrashhenija: 16.02.2026. [in Russian]

19. Junushodzhaeva H.Sh., Maksumova D.K., Dodaev K.O. Analiz kachestva verbljuzh’ ego moloka: fiziko-himicheskie, mikrobiologicheskie i toksikologicheskie pokazateli // Universum: tehnicheskie nauki. -2025. –T.8(137). -S.32-36. DOI 10.32743/UniTech.2025.137.8.20692. [in Russian]

20. Bejsembekova G.K., Narmuratova, M., Kanajat, Sh. Zhirnokislotnyj sostav i svojstva masla verbljuzh’ ego moloka // Mikrobiologija i virusologija. -2023. -№2(41). -S.26-39. DOI 10.53729/MV-AS.2023.02.02. [in Russian]

21. Zhumabaj A.N., Serikbaeva A.D., Myrzabek K.A., Musul’ manova M.M. Mikrobiologicheskij analiz syrogo verbljuzh’ ego moloka, suhogo verbljuzh’ ego moloka i shubata s fermy v Almatinskoj oblasti //

Mikrobiologija i virusologija. -2023. [in Russian]

22. Bhateshwar V., Rai D.C., Muwal H., Nehra H.L., Jat M. Camel milk: the natural gift for medicinal uses for humans - a review // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. -2021. -Vol.10 (2). -P.2397-2407. DOI 10.20546/ijcmas.2021.1002.285.

23. Aman I.M., Al-Hawary I.I., Elewa S.M., El-Kassas W.M., El-Magd M.A. Microbiological evaluation of some Egyptian fermented dairy products // Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society. -2021. -Vol.72(2). -P.2889-2896. DOI 10.12681/jhvms.27528.

24. Kudajbergenova A.K., Ahmetsadykova Sh.N., Begdil' daeva N.Zh., Ahmetsadykov N.N. Analiz mikroflory i funkcional' nyh probioticheskih svojstv verbljuzh' ego moloka i produktov na ego osnove // Sovremennaja nauka: aktual' nye problemy teorii i praktiki. Serija: Estestvennye i tehnicheskie nauki. -2020. -№5. -S.26-30. DOI 10.37882/2223-2966.2020.05.23. [in Russian]

25. Akishev Z., Kiribayeva A., Mussakhmetov A., Baltin K., Ramankulov Ye., Khassenov B. Constitutive expression of Camelus bactrianus prochymosin B in Pichia pastoris // Heliyon. -2021. -Vol.7(5): e07137. DOI10.1016/j.heliyon.2021.e07137.

Сведения об авторах

Турлыбекова Г. Е.- докторант, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан, e-mail: gulzatturlybekova@mail.ru;

Ханжаров Н.С.- кандидат технических наук, Южно-Казахстанский университет им. М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан,e-mail: khanzharov_n@mail.ru;

Сучкова Е.П. - кандидат технических наук, доцент, ФГАОУВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», Санкт-Петербург, Россия, e-mail: silena07@bk.ru;

Ташболтаева Н. Н. - магистр, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, e-mail: Nurgalikyzy94@gmail.com;

Абдиманап У. Б. - магистр, Южно-Казахстанский университет им.М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан, e-mail: abdimanap_u@mail.ru.

Information about the authors

Turlybekova G. E. - Doctoral student, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: gulzatturlybekova@mail.ru;

Khanzharov N. S. - candidate of Technical Sciences, Associate Professor M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: khanzharov_n@mail.ru;

Suchkova E. P. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, «ITMO National Research University» FSAEIHE, Saint Petersburg, Russia, e-mail: silena07@bk.ru;

Tashboltayeva N. N. - Master' s degree, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: Nurgalikyzy94@gmail.com..

Abdimanap U. B. - Master' s degree, , M. Auezov South Kazakhstan University, Faculty of Mechanics and Oil and Gas Engineering, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: abdimanap_u@mail.ru.