

МРНТИ 65.63.33

А.Б. Тапалова¹ – основной автор, ©
Т.Ч. Тултабаева², Ж.К. Имангалиева³, Е.Ф. Өмірзақ⁴



¹Докторант, ²Академик, д-р техн. наук, профессор,
³PhD, ассистент-профессор, ⁴Магистрант

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0002-0312-9697> ²<https://orcid.org/0000-0003-2483-7406>
³<https://orcid.org/0000-0003-3419-7852> ⁴<https://orcid.org/0009-0002-4104-0108>



^{1,2}Казахский агротехнический исследовательский университет
им. С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан

^{3,4}Алматинский технологический университет, г. Алматы, Казахстан



³i.zhadra@mail.ru

<https://doi.org/10.55956/BAKH2842>

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ЙОГУРТА ИЗ СМЕСИ РАСТИТЕЛЬНОГО И КОРОВЬЕГО МОЛОКА

Аннотация. В ходе исследования оценено влияние частичной замены коровьего молока молоком из проса (в соотношении 60:40) на содержание витаминов группы В и аминокислотный состав биопродукта. Установлено, что в контрольном образце (100% коровье молоко) содержание витамина В1 (тиамин) составляет $0,05 \pm 0,010$ мг/100 г, а в образце с заменой – $0,07 \pm 0,014$ мг/100 г. Концентрации витаминов В2, В3 и В5 в контрольном варианте несколько выше (соответственно $0,18 \pm 0,075$; $1,43 \pm 0,286$; $0,33 \pm 0,066$ мг/100 г), чем в продукте с просовым молоком ($0,16 \pm 0,067$; $1,18 \pm 0,236$; $0,21 \pm 0,038$ мг/100 г), однако различия не выходят за пределы нормативных показателей. Анализ аминокислотного состава показал присутствие всех незаменимых аминокислот. В контрольном образце лизин и пролин зафиксированы на уровне $0,343 \pm 0,117\%$ и $0,486 \pm 0,126\%$ соответственно, тогда как в варианте с частичной заменой они несколько ниже – $0,314 \pm 0,107\%$ и $0,429 \pm 0,111\%$. При этом обоим продуктам характерны концентрации, соответствующие требованиям нормативной документации. Таким образом, добавление молока из проса не снижает биологическую ценность биопродукта и позволяет сохранить сбалансированный витаминно-аминокислотный профиль, что свидетельствует о перспективности использования просового сырья при разработке функциональных продуктов питания.

Ключевые слова: молоко из проса, коровье молоко, биопродукт, функциональные продукты питания, витамины группы В, аминокислотный состав, пищевая ценность, растительные аналоги молока.



Тапалова, А.Б. Оценка биологической ценности йогурта из смеси растительного и коровьего молока [Текст] / А.Б. Тапалова, Т.Ч. Тултабаева, Ж.К. Имангалиева, Е.Ф. Өмірзақ // Механика и технологии / Научный журнал. – 2025. – №1(87). – С.156-166.
<https://doi.org/10.55956/BAKH2842>

Введение. В последние годы растет интерес к разработке новых продуктов питания с использованием альтернативных источников молока. Это связано с растущими проблемами непереносимости лактозы, увеличением числа вегетарианцев и веганов, а также стремлением к экологически устойчивому производству продуктов питания. Среди

различных альтернативных источников молока, таких как соевое, овсяное или миндальное, молоко из просо выделяется своим уникальным аминокислотным и витаминным составом, а также высоким содержанием клетчатки и антиоксидантов.

Анализ состава биопродуктов на основе молока из просо представляет собой интересную область исследования, которая требует глубокого понимания как химического состава, так и биологических свойств используемых ингредиентов. Молоко из проса, как и другие растительные молочные альтернативы, обладает уникальными питательными свойствами, которые могут быть использованы для создания функциональных продуктов питания. Молоко из проса содержит различные макро- и микроэлементы, которые могут оказывать положительное влияние на здоровье человека. Например, просо является источником витаминов группы В, минералов, таких как магний и фосфор, а также клетчатки, что делает его полезным для поддержания нормального обмена веществ и здоровья пищеварительной системы [1]. Кроме того, просо не содержит глютена, что делает его безопасным для людей с целиакией и чувствительностью к глютену [1]. Это свойство может быть особенно важным при разработке диетических продуктов для людей с особыми потребностями в питании. Важным аспектом является также взаимодействие молока из просо с другими ингредиентами, такими как молоко животных, что может повысить биологическую ценность конечного продукта. Например, исследования показывают, что добавление пробиотиков в молоко может улучшить его ферментацию и усвояемость, а также увеличить содержание полезных микроорганизмов [2]. Это может привести к созданию функциональных молочных продуктов с улучшенными органолептическими и питательными свойствами. Сравнение молока из проса с традиционными молочными продуктами, такими как коровье и козье молоко, также имеет значение. Коровье молоко, содержит высокие уровни казеина и сывороточных белков, которые могут вызывать аллергические реакции у некоторых людей [3]. В отличие от этого, молоко из просо может быть более гипоаллергенным вариантом, что делает его привлекательным для людей с пищевыми аллергиями [4]. Исследования показывают, что растительные альтернативы молоку могут быть полезны для снижения риска развития аллергий и других заболеваний, связанных с потреблением молочных продуктов животного происхождения [3].

Таким образом, глубокий анализ состава биопродуктов на основе молока из просо открывает новые горизонты для разработки функциональных и безопасных продуктов питания. Учитывая растущий интерес к растительным альтернативам молоку, дальнейшие исследования в этой области могут привести к созданию инновационных продуктов, которые будут соответствовать современным требованиям потребителей и способствовать улучшению здоровья населения.

Цель данного исследования заключается в анализе влияния частичной замены коровьего молока из просового молока на химический состав, аминокислотный состав и содержание витаминов группы В в биопродукте. Для этого использовались смеси молока в различных пропорциях, что позволило оценить их влияние на питательные и физико-химические свойства готового продукта. Результаты исследования могут стать основой для создания новых функциональных продуктов, ориентированных на потребителей с особыми диетическими потребностями и тех, кто стремится к сбалансированному и экологически чистому питанию.

Условия и методы исследования. Исследование проводилось на базе Научно-исследовательской лаборатории по оценке качества и безопасности пищевых продуктов Алматинского технологического университета с использованием стандартных методов анализа. В ходе работы были разработаны смеси коровьего молока и молока из просо в различных пропорциях: 100:0, 0:100, 80:20, 60:40 и 40:60. Для обеспечения достоверности результатов все образцы готовились в идентичных условиях, с тщательным контролем температуры, влажности и времени смешивания, что исключило влияние внешних факторов на итоговые показатели.

Аминокислотный состав исследовали с использованием метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), который позволил точно определить содержание как заменимых, так и незаменимых аминокислот. Для анализа витаминов группы В (В1, В2, В3, В5 и В12) применяли спектрофотометрический метод с использованием реагентов. Органолептическую оценку проводили путем дегустации смесей, уделяя внимание вкусовым, текстурным и ароматическим характеристикам.

Основными компонентами исследования являлись:

- Коровье молоко с массовой долей жира 3,2%.
- Молоко из проса, произведённое по стандартной технологии экстракции.

Контрольным образцом являлось традиционное коровье молоко, результаты которого использовались для сравнения с экспериментальными смесями. Исследования проводились в трёх повторностях для обеспечения достоверности результатов.

Результаты исследований. Витамины группы В представляют собой комплекс водорастворимых микроэлементов, играющих ключевую роль в энергетическом обмене, синтезе нуклеиновых кислот и метаболизме аминокислот. К ним относятся тиамин (В1), рибофлавин (В2), ниацин (В3), витамин В6, фолиевая кислота (В9), витамин В12, пантотеновая кислота (В5) и биотин (В7). Каждый из перечисленных витаминов вносит вклад в поддержание нормальной работы нервной системы, улучшение обмена веществ, участие в росте и развитии клеток, а также в процессах детоксикации.

Актуальность исследования витаминов группы В обусловлена их значением для здоровья человека и широким спектром нарушений, возникающих при их дефиците. Например, недостаток витамина В1 может привести к развитию синдрома бери-бери, метаболическим сбоям и снижению когнитивных функций; дефицит витамина В12 нередко вызывает мегалобластную анемию и неврологические расстройства. Поэтому важность достаточного поступления данных витаминов в организм не вызывает сомнений, а основными источниками служат как продукты животного происхождения, так и растительные варианты.

Коровье молоко традиционно считается полноценным источником витаминов группы В. Однако сегодня всё большую популярность приобретают растительные альтернативы, к числу которых относятся и молоко из проса. Вследствие отличающегося химического состава может возникать вопрос, как именно использование растительного сырья влияет на содержание витаминов группы В в конечном продукте. Кроме того, современные технологические процессы (включая возможное обогащение продукта) могут влиять на итоговый витаминный профиль, что делает необходимым точный лабораторный анализ.

Цель настоящего исследования – провести сравнительный анализ содержания витаминов группы В в коровьем молоке и молоке из просо, а также оценить влияние замены части коровьего молока на молоко из просо при производстве биопродукта (табл. 1). Особое внимание уделено витаминам В2, В3, В6, фолиевой кислоте (В9) и витамину В12, поскольку они играют ключевую роль в энергетическом обмене и синтезе белка. На рисунке 1 показан витаминный состав контрольного биопродукта и образца с добавлением молока из просо.

Таблица 1

Содержание витаминов группы В

Витамин	Ед. изм.	Биопродукт (контрольный)	Биопродукт (60% к.м + 40% молоко из просо)	Норма по НД
В1	мг/100 г	0,05 ± 0,010	0,07 ± 0,014	ГОСТ 31483-2012
В2	мг/100 г	0,18 ± 0,075	0,16 ± 0,067	ГОСТ 31483-2012
В3	мг/100 г	1,43 ± 0,286	1,18 ± 0,236	ГОСТ 31483-2012
В5	мг/100 г	0,33 ± 0,066	0,21 ± 0,038	ГОСТ 31483-2012
В6	мг/100 г	0,03 ± 0,006	0,02 ± 0,004	ГОСТ 31483-2012

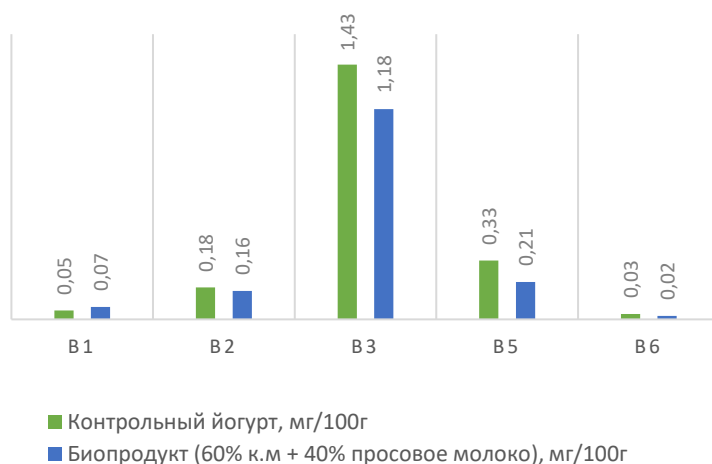


Рис. 1. Витаминный состав контрольного биопродукта и образца с добавлением молока из просо

Согласно представленным данным, концентрации витаминов группы В в обоих образцах не превышают установленных нормативных значений и соответствуют им. Контрольный вариант биопродукта характеризуется чуть более высоким содержанием витаминов В3 и В5, тогда как образец с частичной заменой коровьего молока на молоко из просо содержит больше витамина В1. Подобные различия не являются значительными и могут объясняться различиями в исходном сырье и естественной вариабельностью содержания витаминов в растительных и животных продуктах. Аминокислотный состав биопродуктов представлен в таблице 2 и на рисунке 2. На рисунках 3 и 4 представлена типовая хроматограмма аминокислотного состава контрольного образца и биопродукта с молоком из просо

Таблица 2

Аминокислотный состав биопродуктов				
Аминокислота	Ед. изм.	Биопродукт (контрольный)	Биопродукт (60% к.м + 40% м.п.)	Норма по НД
Аргинин	%	$0,214 \pm 0,086$	$0,124 \pm 0,050$	ГОСТ Р 55569-2013
Лизин	%	$0,343 \pm 0,117$	$0,314 \pm 0,107$	
Тирозин	%	$0,243 \pm 0,073$	$0,214 \pm 0,064$	
Фенилаланин	%	$0,214 \pm 0,064$	$0,200 \pm 0,060$	
Гистидин	%	$0,103 \pm 0,051$	$0,090 \pm 0,045$	
Лейцин + Изолейцин	%	$0,300 \pm 0,078$	$0,286 \pm 0,074$	
Метионин	%	$0,186 \pm 0,063$	$0,130 \pm 0,044$	
Валин	%	$0,229 \pm 0,091$	$0,186 \pm 0,074$	
Пролин	%	$0,486 \pm 0,126$	$0,429 \pm 0,111$	
Треонин	%	$0,186 \pm 0,074$	$0,171 \pm 0,069$	
Серин	%	$0,300 \pm 0,078$	$0,243 \pm 0,063$	
Аланин	%	$0,186 \pm 0,048$	$0,137 \pm 0,036$	
Глицин	%	$0,083 \pm 0,028$	$0,093 \pm 0,032$	

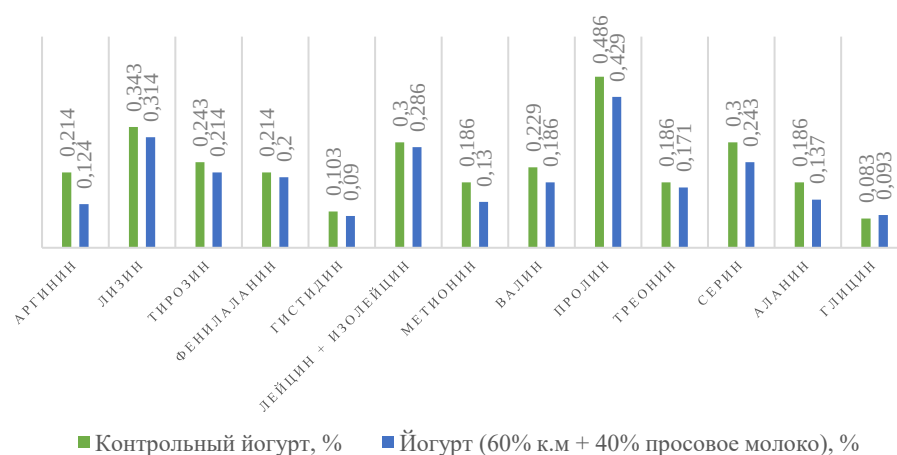


Рис. 2. Аминокислотный состав контрольного биопродукта и образца с добавлением молока из просо

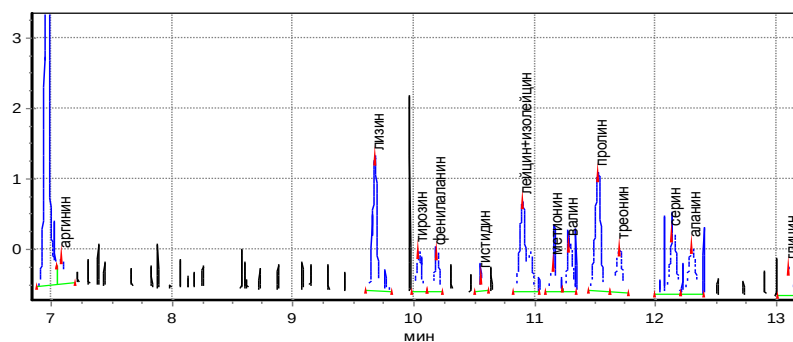


Рис. 3. Типовая хроматограмма аминокислотного состава контрольного образца

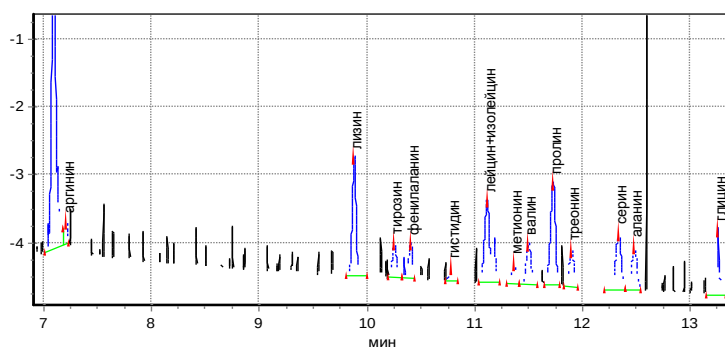


Рис. 4. Типовая хроматограмма аминокислотного состава биопродукта с молоком из просо

В обоих исследованных образцах выявлен полный набор незаменимых аминокислот, свидетельствующий о высокой биологической ценности продуктов. Контрольный биопродукт содержит несколько большие количества лизина и пролина по сравнению с образцом, в котором часть коровьего молока заменена на молоко из просо; это может объясняться более высоким исходным содержанием данных аминокислот в коровьем молоке. При этом общий аминокислотный профиль в обоих случаях соответствует нормам, что подтверждает их сбалансированность.

Обсуждение научных результатов. В результате сравнительного анализа двух вариантов биопродукта, основанных на коровьем молоке и молоке из просо, были получены важные данные о витаминном и аминокислотном составе, а также о физико-химических параметрах. Анализ витаминов группы В показал, что оба образца соответствуют нормативам, установленным для содержания витаминов [5]. Контрольный образец, основанный на коровьем молоке, содержит более высокие уровни витаминов В3 (ниацин) и В5 (пантотеновая кислота), в то время как образец с молоком из просо демонстрирует повышенное содержание витамина В1 (тиамин) [6]. Эти различия могут быть обусловлены исходным составом сырья и его естественными колебаниями [7]. Важно отметить, что ни один из образцов не показал превышения или дефицита по сравнению с нормативами, что указывает на сохранение полноценного витаминного профиля [8].

Исследование аминокислотного состава подтвердило, что оба биопродукта обеспечивают наличие всех незаменимых аминокислот в концентрациях, соответствующих требованиям ГОСТ Р 55569-2013 [9]. Контрольный образец имеет более высокие уровни лизина и пролина, что связано с характерным для коровьего молока повышенным содержанием этих аминокислот [10]. В образце с частичной заменой коровьего молока на молоко из просо наблюдается снижение метионина и валина, однако общий аминокислотный профиль остается сбалансированным и находится в допустимых пределах.

Таким образом, замена части коровьего молока на молоко из просо не приводит к критическим изменениям в аминокислотном составе и не снижает биологическую ценность продукта [11].

При введении молока из просо в рецептуру биопродукта было зафиксировано увеличение массовой доли жира и углеводов. Это может быть объяснено высоким содержанием углеводов в растительном сырье и добавлением растительных жиров для поддержания привычной

консистенции и вкусовых качеств продукта [12]. Одновременно произошло незначительное снижение доли белка, что обусловлено более низким уровнем протеина в молоке из просо по сравнению с коровьим [13]. Эти изменения подчеркивают важность учета физико-химических свойств при разработке новых продуктов на основе растительного сырья.

Витаминный состав обоих вариантов биопродукта соответствует нормативам, и небольшие колебания отдельных витаминов группы В не оказывают существенного влияния на общую питательную ценность [14]. Аминокислотный состав подтверждает высокую биологическую ценность продукции, так как оба варианта содержат все незаменимые аминокислоты в достаточных количествах [15]. В целом, доля заменяемых компонентов (до 40% коровьего молока на молоко из просо) не вызывает существенной потери пищевой ценности, и полученный биопродукт может рассматриваться как альтернативный вариант с сохранением основных показателей качества и безопасности [16].

Таким образом, проведенные исследования показывают, что использование молока из просо при производстве биопродукта не приводит к значительному ухудшению органолептических и питательных свойств. Витаминные и аминокислотные составы, а также физико-химические показатели соответствуют требованиям нормативных документов, что позволяет рекомендовать смесь коровьего молока и молока из просо в качестве основы для новых функциональных продуктов, обладающих сбалансированным составом и расширенными возможностями для потребителей с различными диетическими предпочтениями [17,18].

Заключение. На основании проведенных исследований установлено, что частичная замена коровьего молока (до 40%) на молоко из просо при производстве биопродукта вносит изменения в его физико-химические показатели. Повышение массовой доли жира и углеводов в образце с молоком из просо может быть связано с высоким содержанием углеводов в растительном сырье, а также с добавлением растительных жиров для сохранения требуемой консистенции и вкуса. Незначительное снижение содержания белка обусловлено более низкой концентрацией белка в молоке из просо по сравнению с коровьим.

Витаминный состав обоих вариантов биопродукта остаётся в рамках нормативных значений. Незначительные отличия в содержании отдельных витаминов группы В (например, более высокие уровни В3 и В5 в контрольном образце и В1 в образце с молоком из просо) не оказывают существенного влияния на общую питательную ценность.

Аминокислотный состав обоих образцов соответствует требованиям стандарта: продукты содержат все необходимые незаменимые аминокислоты, что свидетельствует об их высокой пищевой и биологической ценности. Несмотря на небольшое снижение уровня некоторых аминокислот при добавлении молока из просо, общий аминокислотный профиль остался сбалансированным.

Таким образом, использование молока из просо в сочетании с коровьим молоком при производстве биопродукта позволяет получить продукт с сохранением основных витаминов группы В и полноценным аминокислотным составом. Это даёт основание рассматривать подобные сочетания в качестве альтернативы традиционным продуктам на основе исключительно коровьего молока.

Список литературы

1. Труфанов, Е.А. Глютеновая атаксия – распространенное, плохо диагностируемое заболевание [Текст] / Е.А. Труфанов, Н.К. Свиридова, М.М. Мартыновский // *East European Journal of Parkinson's Disease and Movement Disorders*. – 2021. – Vol. 7. – No. 1.
2. Абдулжанова, М. Получение йогурта на основе сухого кобыльего молока, обогащенного пробиотическими микрокапсулами [Текст] / М. Абдулжанова, А. Кистаубаева, Л. Игнатова, С. Жантлесова, А. Кабыкенова, Собхи-эль-Сохайми // *Микробиология және вирусология*. – 2023. – № 2(41). – С. 96-123.
3. Петрова, С.Ю. Значение белков коровьего молока в развитии IgE-опосредованной пищевой аллергии у детей [Текст] / С.Ю. Петрова, С.В. Хлгатын, В.М. Бержец, Л.А. Пищулина, А.В. Васильева // *Российский Аллергологический Журнал*. – 2019. – Т. 16. – №2. – С. 38-44.
4. Chaudhary J.K., Mudgal S. Effect of incorporation of Finger millet (*Eleusine coracana*) on the antimicrobial, ACE inhibitory, antioxidant and antidiabetic potential of a milk-millet composite probiotic fermented product // *Indian Journal of Dairy Science*. – 2020. – Vol. 73(3).
5. ГОСТ Р 55569–2013. Молоко коровье сырое. Технические условия [Текст]. – [?].
6. Astolfi M., Marconi E., Protano C., Canepari S. Comparative elemental analysis of dairy milk and plant-based milk alternatives // *Food Control*. – 2020. – Vol. 116. – P. 107327.
7. Brunette T., Baurhoo B., Mustafa A. Effects of replacing grass silage with forage pearl millet silage on milk yield, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows // *Journal of Dairy Science*. – 2016. – Vol. 99. – Issue 1. – P. 269-279.
8. Brunette T., Baurhoo B., Mustafa A.F. Replacing corn silage with different forage millet silage cultivars: Effects on milk yield, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows // *Journal of Dairy Science*. – 2014. – Vol. 97(10). – P. 6440-6449.
9. Delagarde R., Valk H., Mayne C.S., Rook A.J., González-Rodríguez A., Baratte C., Faverdin P., Peyraud J.L. GrazeIn: A model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 3. Simulations and external validation of the model // *Grass and Forage Science*. – 2011. – Vol. 66(1). – P. 61-77.
10. Hartanto R., Pamungkas A.A., Prayitno E., Harjanti D.W. Milk production of Holstein Friesian dairy cows in various lactation periods (case study at Capita Farm, Semarang, Central Java) // *Jurnal Ternak*. – 2020. – Vol. 11(2). – P. 44-49.
11. Kubade K. Utilization of nutri-cereals in dairy industry: a review. *International / Journal of Environment and Climate Change*. – 2023. – Vol. 13(12). – P. 1050-1059.
12. Nair U., Hema V., Sinija V., Subramanian H. Millet milk: a comparative study on the changes in nutritional quality of dairy and nondairy milks during processing and malting // *Journal of Food Process Engineering*. – 2019. – Vol. 43(3).
13. Nazni P., Jawahar P., Tharmaraj P. Optimization of antioxidant activity and sensory parameters of millet egg tofu using mixture design // *Journal of Food Processing and Preservation*. – 2022. – Vol. 46(4).
14. Shunmugapriya K., Kanchana S., Maheswari T., Kumar R., Vanniarajan C. Standardization and stabilization of millet milk by enzyme and its physicochemical evaluation // *European Journal of Nutrition & Food Safety*. – 2020. – Vol. 30-38.
15. Tian Y., Zhang X., Li S., Liu K., Guo P. Effect of harvest time and microbial anaerobic fermentation at ruminal degradability, in vitro digestibility to milk production and milk quality for whole plant zhang hybrid millet in dairy cows // *Animals*. – 2019. – Vol. 9(10). – P. 749.
16. Touseva R., Duchacek J., Stadnik L., Ptacek M., Beran J. The comparison of milk production and quality in cows from conventional and automatic milking systems // *Journal of Central European Agriculture*. – 2014. – Vol. 15(4). – P. 100-114.

17. Zengin Z., Kara R. Investigation of milk origin in sheep and goat cheese with real-time pcr // Journal of Advances in Vetbio Science and Techniques. – 2022. – Vol. 7(2). – P. 179-184.

Материал поступил в редакцию 30.01.25, принят 27.02.25.

А.Б. Тапалова¹, Т.Ч. Тултабаева¹, Ж.К. Имангалиева², Е.Ф. Өмірзақ²

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана қ., Қазақстан

²Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ӨСІМДІК ЖӘНЕ СИЫР СҮТІНІҢ ҚОСЫНДЫСЫНАН ЖАСАЛҒАН ЙОГУРТТАРДЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ

Аңдатпа. Осы зерттеуде сиыр сүтін (60%) тары сүтімен (40%) ішінара алмастырудың В тобы дәрумендерінің мөлшеріне және биопродуктінің аминқышқылдық құрамына әсері бағаланды. Нәтижелер бойынша бақылау үлгісінде (100% сиыр сүті) В1 дәруменінің (тиамин) мөлшері $0,05 \pm 0,010$ мг/100 г болса, алмастырылған үлгіде $0,07 \pm 0,014$ мг/100 г құрады. В2, В3 және В5 дәрумендерінің концентрациялары бақылау нұсқасында жоғарылау (тиісінше $0,18 \pm 0,075$; $1,43 \pm 0,286$; $0,33 \pm 0,066$ мг/100 г) болып, тары сүті қосылған өнімде салыстырмалы түрде төменірек ($0,16 \pm 0,067$; $1,18 \pm 0,236$; $0,21 \pm 0,038$ мг/100 г) болғанымен, айырмашылықтар нормативтік шектерден аспайды. Аминқышқылдық талдау барлық алмастырылмайтын аминқышқылдарының болуын растады. Бақылау үлгісінде лизин мен пролин мөлшері тиісінше $0,343 \pm 0,117\%$ және $0,486 \pm 0,126\%$ болса, ішінара алмастырылған үлгіде бұл көрсеткіштер сәл төмендеу – $0,314 \pm 0,107\%$ және $0,429 \pm 0,111\%$ құрады. Дегенмен, екі өнім де нормативтік құжаттар талаптарына сай аминқышқылдық құрамға ие. Осылайша, тары сүтін қосу биопродуктінің биологиялық құндылығын төмендетпейді және оның дәрумендік-аминқышқылдық теңгерімін сақтауға мүмкіндік береді. Бұл тары шикізатын функционалды тамақ өнімдерін әзірлеуде қолданудың болашағы зор екенін көрсетеді.

Тірек сөздер: тары сүті, сиыр сүті, биопродукт, функционалды тамақ өнімдері, В тобы дәрумендері, аминқышқылдық құрам, тағамдық құндылық, өсімдік тектес сүт аналогтары.

А.Б. Tapalova¹, Т.Сh. Tultabaeva¹, Zh.K. Imangaliyeva², E.G. Omirzak²

¹S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

²Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

EVALUATION OF THE BIOLOGICAL VALUE OF YOGURTS MADE FROM A MIXTURE OF PLANT-BASED AND COW'S MILK

Abstract. This study evaluated the effect of partially replacing cow's milk (60%) with millet milk (40%) on the content of B-group vitamins and the amino acid composition of a bioproduct. The results showed that in the control sample (100% cow's milk), the vitamin B1 (thiamine) level was 0.05 ± 0.010 mg/100 g, while in the substituted sample it was 0.07 ± 0.014 mg/100 g. The concentrations of vitamins B2, B3, and B5 in the control variant were slightly higher (0.18 ± 0.075 ; 1.43 ± 0.286 ; 0.33 ± 0.066 mg/100 g, respectively) compared to the product with millet milk (0.16 ± 0.067 ; 1.18 ± 0.236 ; 0.21 ± 0.038 mg/100 g), although these differences remained within regulatory limits. Amino acid analysis confirmed the presence of all essential amino acids. In the control sample, lysine and

proline were recorded at $0.343 \pm 0.117\%$ and $0.486 \pm 0.126\%$, respectively, whereas in the partially substituted sample they were slightly lower ($0.314 \pm 0.107\%$ and $0.429 \pm 0.111\%$). Nevertheless, both products demonstrated concentrations meeting normative requirements. Thus, the addition of millet milk does not reduce the biological value of the bioproduct and maintains a balanced vitamin and amino acid profile, indicating the potential for using millet-based raw materials in the development of functional food products.

Keywords: millet milk, cow's milk, bioproduct, functional foods, B vitamins, amino acid composition, nutritional value, plant-based milk analogs.

References

1. Trufanov Ye.A., Sviridova N.K., Martynovskiy M.M. Glyutenovaya ataksiya – rasprostranennoye, plokho diagnostiruyemoye zabolovaniye [Gluten ataxia is a common, poorly diagnosed disease] // East European Journal of Parkinson's Disease and Movement Disorders. – 2021. – Vol. 7. – No. 1. [in Russian].
2. Abdulzhanova M., Kistaubayeva A., Ignatova L., Zhantlesova S., Kabykenova A., Sobkhi-el'-Sokhaymi Polucheniye yogurta na osnove sukhogo kobylyego moloka, obogashchennogo probioticheskimi mikrokapsulami [Production of yogurt based on dry mare's milk enriched with probiotic microcapsules] // Microbiology and Virology. – 2023. – No. 2(41). – P. 96-123. [in Russian].
3. Petrova S.YU., Khlgatyan S.V., Berzhets V.M., Pishchulina L.A., Vasil'yeva A.V. Znachenije belkov korov'yego moloka v razvitii IgE-oposredovannoy pishchevoy allergii u detey [The importance of cow's milk proteins in the development of IgE-mediated food allergies in children] // Russian Allergological Journal. – 2019. – Vol. 16. – No.2. – P. 38-44. [in Russian].
4. Chaudhary J.K., Mudgal S. Effect of incorporation of Finger millet (*Eleusine coracana*) on the antimicrobial, ACE inhibitory, antioxidant and antidiabetic potential of a milk-millet composite probiotic fermented product // Indian Journal of Dairy Science. – 2020. – Vol. 73(3).
5. GOST R 55569–2013. Moloko korov'ye syroye. Tekhnicheskiye usloviya [Raw cow's milk. Technical conditions]. – [?]. [in Russian].
6. Astolfi M., Marconi E., Protano C., Canepari S. Comparative elemental analysis of dairy milk and plant-based milk alternatives // Food Control. – 2020. – Vol. 116. – P. 107327.
7. Brunette T., Baurhoo B., Mustafa A. Effects of replacing grass silage with forage pearl millet silage on milk yield, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows // Journal of Dairy Science. – 2016. – Vol. 99. – Issue 1. – P. 269-279.
8. Brunette T., Baurhoo B., Mustafa A.F. Replacing corn silage with different forage millet silage cultivars: Effects on milk yield, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows // Journal of Dairy Science. – 2014. – Vol. 97(10). – P. 6440-6449.
9. Delagarde R., Valk H., Mayne C.S., Rook A.J., González-Rodríguez A., Baratte C., Faverdin P., Peyraud J.L. GrazIn: A model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 3. Simulations and external validation of the model // Grass and Forage Science. – 2011. – Vol. 66(1). – P. 61-77.
10. Hartanto R., Pamungkas A.A., Prayitno E., Harjanti D.W. Milk production of Holstein Friesian dairy cows in various lactation periods (case study at Capita Farm, Semarang, Central Java) // Jurnal Ternak. – 2020. – Vol. 11(2). – P. 44-49.
11. Kubade K. Utilization of nutri-cereals in dairy industry: a review. International / Journal of Environment and Climate Change. – 2023. – Vol. 13(12). – P. 1050-1059.

12. Nair U., Hema V., Sinija V., Subramanian H. Millet milk: a comparative study on the changes in nutritional quality of dairy and nondairy milks during processing and malting // *Journal of Food Process Engineering*. – 2019. – Vol. 43(3).
13. Nazni P., Jawahar P., Tharmaraj P. Optimization of antioxidant activity and sensory parameters of millet egg tofu using mixture design // *Journal of Food Processing and Preservation*. – 2022. – Vol. 46(4).
14. Shunmugapriya K., Kanchana S., Maheswari T., Kumar R., Vanniarajan C. Standardization and stabilization of millet milk by enzyme and its physicochemical evaluation // *European Journal of Nutrition & Food Safety*. – 2020. – Vol. 30-38.
15. Tian Y., Zhang X., Li S., Liu K., Guo P. Effect of harvest time and microbial anaerobic fermentation at ruminal degradability, in vitro digestibility to milk production and milk quality for whole plant zhang hybrid millet in dairy cows // *Animals*. – 2019. – Vol. 9(10). – P. 749.
16. Tousova R., Duchacek J., Stadnik L., Ptacek M., Beran J. The comparison of milk production and quality in cows from conventional and automatic milking systems // *Journal of Central European Agriculture*. – 2014. – Vol. 15(4). – P. 100-114.
17. Zengin Z., Kara R. Investigation of milk origin in sheep and goat cheese with real-time pcr // *Journal of Advances in Vetbio Science and Techniques*. – 2022. – Vol. 7(2). – P. 179-184.