

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЙОГУРТА НА ОСНОВЕ СМЕСИ КОРОВЬЕГО И ПРОСОВОГО МОЛОКА

¹А.Б. ТАПАЛОВА , ¹Т.Ч. ТУЛТАБАЕВА ,
²Ж.К. ИМАНГАЛИЕВА , ²А. ДОСУМБАЕВА 

(¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
г. Астана, пр. Жеңіс, 62

²Алматинский Технологический университет, Казахстан, 050012,
г. Алматы, ул. Толе би 100)

Электронная почта автора-корреспондента: автора: i.zhadra@mail.ru

В последнее десятилетие растительные альтернативы молочным продуктам становятся всё более популярными благодаря их гипоаллергенным свойствам, питательной ценности и устойчивому производству. Среди альтернативных источников особое место занимает просо – злаковая культура с богатым составом углеводов, минеральных веществ и витаминов группы В. Однако ограниченный уровень белка и незаменимых аминокислот снижает его пищевую ценность, что требует технологической корректировки. В данной работе проведено исследование процесса получения йогурта на основе смеси коровьего и просового молока в пропорции 60% КМ + 40% ПМ. Рассмотрены этапы производства просового молока, его химический состав, влияние ферментации на пищевую ценность, а также анализ физико-химических и органолептических показателей готового продукта. Результаты исследования показали, что йогурт с 40% просового молока сохраняет традиционные вкусовые характеристики, при этом его пищевая ценность значительно улучшается. В частности, содержание белка увеличивается до 3,31%, углеводов – до 6,58%, а титруемая кислотность достигает 90°Т. Умеренный рост вязкости (до 5,80 мПа·с) и улучшение пробиотической активности свидетельствуют о высокой стабильности продукта. Выявлено, что именно 40% просового молока является оптимальным уровнем замещения коровьего молока, так как более высокие концентрации ухудшают консистенцию и органолептические свойства.

Ключевые слова: просовое молоко, коровье молоко, смешанное сырьё, растительные молочные альтернативы, ферментация, пробиотики, функциональный йогурт, аминокислотный состав, безлактозный продукт, белок растительного происхождения, растительное молоко, консистенция, функциональное питание.

СЫЫР ЖӘНЕ ТАРЫ СҮТІНІҢ ҚОСПАСЫ НЕГІЗІНДЕ ЙОГУРТ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӘЗІРЛЕУ

¹А. Б. ТАПАЛОВА, ¹Т. Ч. ТУЛТАБАЕВА,
Ж. К. ²ИМАНГАЛИЕВА, ²А. ДОСУМБАЕВА

(¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Қазақстан, Астана қ., Жеңіс даңғ., 62

²Алматы технологиялық университеті, Қазақстан, 050012, Алматы қ., Төле би к-сі, 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: i.zhadra@mail.ru

Соңғы он жылдықта өсімдік негізіндегі сүт өнімдерінің баламалары гипоаллергендік қасиеттеріне, тағамдық құндылығына және тұрақты өндірісіне байланысты кеңінен танымал болуда. Мұндай баламалы көздердің ішінде ерекше орын алатын тары – көмірсуларға, минералдарға және В тобының дәрумендеріне бай дәнді дақыл. Алайда, оның құрамындағы ақуыз бен алмастырылмайтын аминқышқылдарының төмен деңгейі тағамдық құндылығын төмендетеді, бұл технологиялық түзетулерді қажет етеді. Бұл жұмыста 60% сыыр сүті мен 40% тары сүтінен тұратын қоспа негізінде жасалған йогурт өндірісі зерттелді. Тары сүтін өндіру

кезеңдері, оның химиялық құрамы, ферментацияның тағамдық құндылыққа әсері, сондай-ақ дайын өнімнің физика-химиялық және органолептикалық көрсеткіштері қарастырылды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, 40% тары сүті қосылған йогурт дәстүрлі дәмдік қасиеттерін сақтай отырып, тағамдық құндылығы айтарлықтай жақсарады. Атап айтқанда, ақуыз мөлшері 3,31%-ға, көмірсулар – 6,58%-ға дейін артады, ал титрленген қышқылдық 90°T-ге жетеді. Тұтқырлықтың қалыпты өсуі (5,80 мПа·с-қа дейін) және пробиотикалық белсенділіктің артуы өнімнің жоғары тұрақтылығын көрсетеді. 40% тары сүті – сиыр сүтінің оңтайлы алмастыру деңгейі, өйткені оның жоғары концентрациясы консистенцияны және органолептикалық қасиеттерді нашарлатады.

Негізгі сөздер: тары сүті, сиыр сүті, аралас шикізат, өсімдік негізіндегі сүт баламалары, ферментация, пробиотиктер, функционалды йогурт, аминқышқылдық құрамы, лактозасыз өнім, өсімдік ақуызы, өсімдік сүті, құрылым, функционалды тамақтану.

DEVELOPMENT OF YOGURT TECHNOLOGY BASED ON A MIXTURE OF COW'S AND MILLET MILK

¹A.B. TAPALOVA, ¹T.CH. TULTABAYEVA, ²ZH.K. IMANGALIYEVA, ²A.A. DOSUMBAYEV

(¹S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Kazakhstan, Astana, Zhenis Ave., 62

²Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole Bi St., 100)

Corresponding author's email: i.zhadra@mail.ru

In the last decade, plant-based alternatives to dairy products have gained increasing popularity due to their hypoallergenic properties, nutritional value, and sustainable production. Among these alternatives, millet stands out as a cereal rich in carbohydrates, minerals, and B vitamins. However, its limited protein content and essential amino acids reduce its nutritional value, necessitating technological adjustments. This study examines the production process of yogurt based on a mixture of 60% cow's milk and 40% millet milk. The stages of millet milk production, its chemical composition, the impact of fermentation on nutritional value, and the analysis of physicochemical and organoleptic properties of the final product are considered. The results show that yogurt with 40% millet milk retains traditional flavor characteristics while significantly improving its nutritional profile. Specifically, the protein content increases to 3.31%, carbohydrates to 6.58%, and titratable acidity reaches 90°T. A moderate increase in viscosity (up to 5.80 mPa·s) and enhanced probiotic activity indicate high product stability. It was found that 40% millet milk is the optimal substitution level for cow's milk, as higher concentrations negatively affect texture and organoleptic properties.

Keywords: millet milk, cow's milk, mixed raw materials, plant-based dairy alternatives, fermentation, probiotics, functional yogurt, amino acid composition, lactose-free product, plant protein, plant milk, consistency, functional nutrition.

Введение

Современная пищевая промышленность активно разрабатывает продукты на растительной основе, способные заменить традиционные молочные изделия. Причинами этому являются растущие показатели непереносимости лактозы, аллергии на белки коровьего молока и изменение потребительских предпочтений в сторону более экологически устойчивых продуктов [1]. В настоящее время наибольшее распространение получили соевые, миндальные, кокосовые, рисовые и овсяные напитки, однако не менее перспективным сырьём является просо.

Просо (*Panicum miliaceum*) – это древняя злаковая культура, широко выращиваемая в странах Азии и Африки. Оно характеризуется высокой питательной ценностью, богатым минеральным составом и хорошей усвояемостью. Однако по сравнению с коровьим молоком просовое молоко содержит меньше белка, а также имеет дефицит некоторых незаменимых аминокислот [2]. Для устранения этих недостатков используются технологии ферментации, которые улучшают биодоступность нутриентов, снижают содержание антипитательных факторов и формируют более приятный вкус продукта [3].

Цель данной статьи – детально рассмотреть процесс производства просового молока, его химический состав, влияние ферментации на пищевую ценность и разработку рецептуры функционального йогурта.

Просо является ценным источником сложных углеводов (до 72%), пищевых волокон (до 10%) и минеральных веществ [4].

Просовое молоко обладает сбалансированным макронутриентным составом, включающим 1.5–2.5 г белка, 7.5–10.0 г углеводов, 1.0–2.5 г жиров и 0.5–1.2 г клетчатки на 100 мл продукта. Оно также содержит 15–30 мг кальция (Ca) и 1.5–3.5 мг железа (Fe), что делает его потенциально ценным источником минералов. Кроме того, в составе просового молока присутствуют водорастворимые витамины группы В, включая 0.2–0.5 мг витамина В1, 0.1–0.3 мг витамина В2 и 0.5–1.2 мг витамина В3. Однако просо также содержит антипитательные вещества, такие как фитаты, ингибиторы протеаз и оксалаты, которые могут снижать усвоение минералов, что требует дополнительной обработки для повышения биодоступности питательных веществ[5].

Материалы и методы исследований

Исследование проводилось на базе кафедры «Технология пище-вых продуктов» и в Научно-исследовательской лаборатории по оценке качества и безопасности продовольственных продуктов АО «Алматинский технологический университет».

В качестве контрольного образца использовалось пастеризованное коровье молоко с массовой долей жира 2,5%, соответствующее требованиям ГОСТ 31449-2013 [9]. Опытные образцы были приготовлены на основе просового

молока, полученного в лабораторных условиях методом ферментативной обработки проса с последующей гомогенизацией.

Результаты и их обсуждение

Процесс получения просового молока включает несколько технологических этапов. На первом этапе проводится подготовка сырья, которая включает очистку проса от примесей, тщательное промывание в воде для удаления загрязнений, а также замачивание зёрен при температуре 20–25°C в течение 6–8 часов с целью размягчения оболочек.

После подготовки сырья осуществляется измельчение и экстракция. Размягчённые зёрна проса подвергаются измельчению до пастообразного состояния, после чего проводится экстракция водой в соотношении 1:6 при температуре 60°C. Далее смесь фильтруют, чтобы удалить нерастворимые частицы, получая жидкую основу для просового молока.

Следующий этап включает пастеризацию продукта. Смесь нагревают до 85–90°C и выдерживают в течение 15 минут, что позволяет уничтожить патогенные микроорганизмы и продлить срок хранения.

Технология йогурта с добавлением просового молока была разработана авторами на основе изучения научных источников, действующих стандартов, а также результатов предварительных лабораторных исследований. Были получены образцы йогурта с содержанием просового молока в объёме 20%, 40% и 60%. Для оценки качества проведено сравнение органолептических, физико-химических и витаминных показателей этих образцов с контрольным йогуртом, приготовленным из 100% коровьего молока.

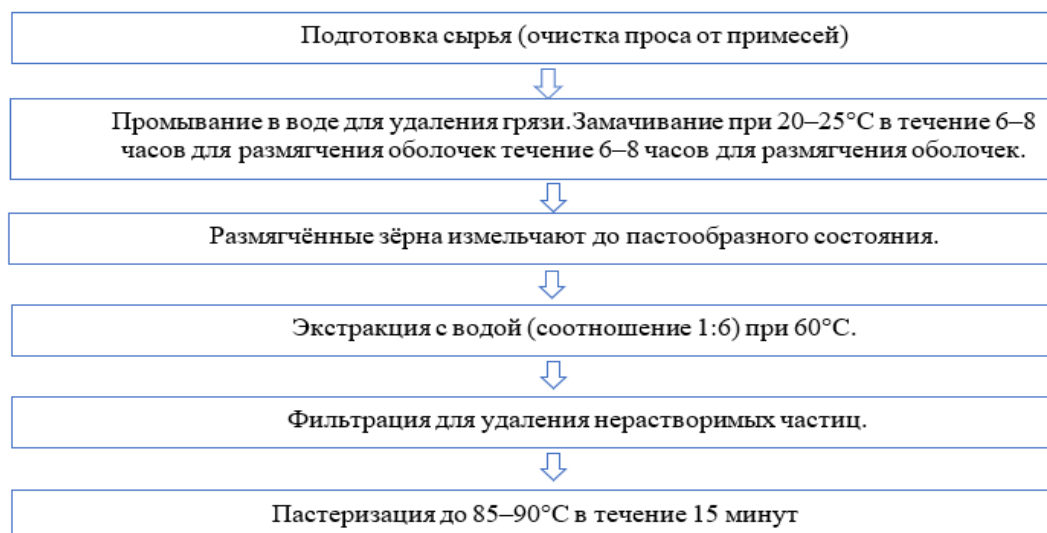


Рисунок 1. Технология получения просового молока

На первом этапе проводится подготовка сырья, включающая приемку и контроль качества молока. Коровье молоко проверяют по физико-химическим и микробиологическим показателям, таким как жирность, белковая фракция, кислотность и плотность, в соответствии с требованиями ГОСТ 31449-2013. Просовое молоко получают путем ферментативной обработки проса с последующей фильтрацией и гомогенизацией, после чего проводится контроль на отсутствие механических примесей.

После проверки качества сырья осуществляется нормализация состава. Далее смесь подвергается гомогенизации при давлении 150–200 бар, что способствует равномерному распределению жировых глобул и повышению стабильности продукта.

Следующий этап – термическая обработка, в ходе которой смесь нагревают до 85–95°C с выдержкой 15–30 секунд (в соответствии с ГОСТ 34398-2018). Этот процесс обеспечивает уничтожение патогенной микрофлоры, после чего смесь быстро охлаждают до 42–45°C, что является оптимальной температурой для внесения заквасок.

На этапе внесения заквасочных культур используется пробиотическая закваска, содержащая *Lactobacillus bulgaricus*, способствующая сквашиванию и образованию текстуры, *Bifidobacterium bifidum*, улучшающая пробиотические свойства йогурта. Закваска добавляется в количестве 3–5% от общего объема молочной смеси, после чего смесь тщательно перемешивается.

Далее проводится ферментация, в ходе которой смесь выдерживают при температуре 38–42°C в течение 6–8 часов. В процессе контролируется уровень pH, который должен достигать 4,2–4,5, а также консистенция продукта.

После завершения ферментации продукт охлаждают до +4+6°C, чтобы прекратить активность бактериальных культур и стабилизировать кислотность.

Завещающим этапом является хранение и реализация. Оптимальная температура хранения составляет +2+6°C, а срок годности при соблюдении всех технологических параметров – 10–14 суток.



Рисунок 2. Технология йогурта на основе смеси коровьего и просового молока в пропорции 60% КМ + 40% ПМ.

Органолептическая оценка йогурта с разным содержанием просового молока

Таблица 1. Органолептические характеристики питьевого йогурта с разным содержанием ПМ

Показатель	Контроль (100% КМ)	20% ПМ	40% ПМ	60% ПМ
Внешний вид	5,0	5,0	5,0	4,5
Цвет	5,0	5,0	5,0	4,5
Вкус	5,0	4,8	5,0	4,3
Аромат	5,0	4,7	5,0	4,2
Консистенция	5,0	4,9	5,0	4,4
Средний балл	5,0	4,88	5,0	4,38

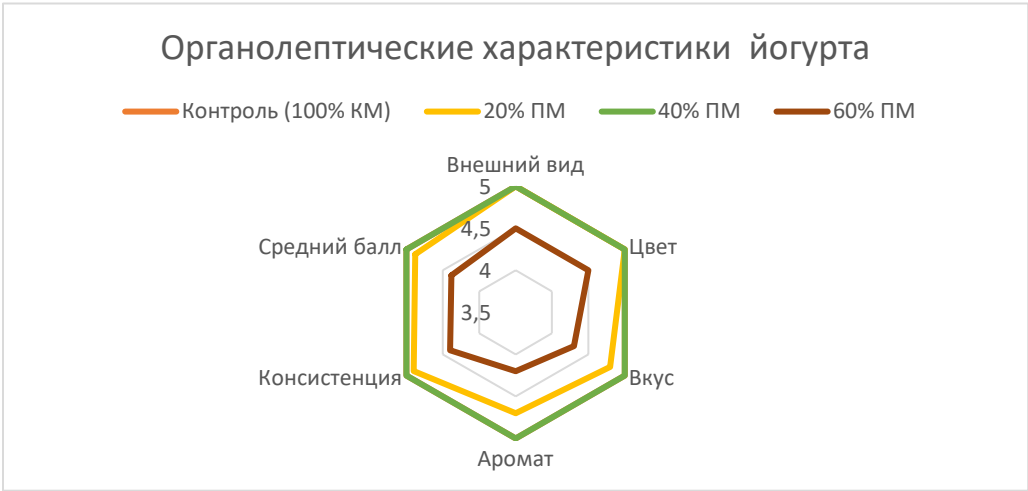


Рисунок 3. Органолептические характеристики йогурта с различным содержанием коровьего и просового молока в пропорции 60% КМ + 40% ПМ.

Органолептические характеристики йогурта с различным содержанием просового молока показали, что при добавлении 20% и 40% просового молока вкус, аромат и консистенция остаются на высоком уровне, практически не отличаясь от контрольного образца на основе 100% коровьего молока. Однако при увеличении концентрации просового молока до 60% йогурт становится менее густым, а также приобретает выраженный злаковый привкус, что может негативно сказаться на его потребительской привлекательности. Оптимальной концентрацией просового молока в составе йогурта является 40%, поскольку при этом соотношении продукт сохраняет идеальные вкусовые качества, улучшенную питательную ценность и приятную текстуру, оставаясь сбалансированным по своим органолептическим характеристикам.

Физико-химический анализ подтвердил, что увеличение доли просового молока в составе йогурта благоприятно влияет на его пищевую ценность. Согласно литературным данным, увеличение массовой доли белка с 3,24% в контрольном образце до 3,42% при 60% содержании просового молока связано с богатым аминокислотным составом растительных белков, содержащихся в просе, что делает их полезным дополнением к традиционным молочным белкам [6].

Содержание жира также продемонстрировало рост — с 3,03% до 3,35%, что, как отмечается в научных источниках, может быть связано с присутствием в просовом молоке полиненасыщенных жирных кислот, в том числе линолевой и олеиновой, оказывающих положительное влияние на липидный обмен и

здоровье сердечно-сосудистой системы [1], [2]. Такие жиры важны в рационе современного потребителя, ориентированного на здоровое питание.

Наиболее выраженные изменения наблюдались в содержании углеводов, которое увеличилось на 38,6% — с 5,15% до 7,14% при 60% просового молока. Это объясняется высоким содержанием природных сахаров в зерне проса, таких как глюкоза, фруктоза и мальтоза, которые, с одной стороны, усиливают сладость, а с другой — служат источником углеводов для молочнокислых бактерий, стимулируя процессы ферментации [8].

Вязкость йогурта при этом изменялась незначительно: от 5,58 мПа·с в контрольной пробе до 5,90 мПа·с при 60% ПМ. Это свидетельствует о сохранении стабильной текстуры, что особенно важно при использовании растительных ингредиентов. Исследования показывают, что просовое молоко обладает хорошей реологической совместимостью с молочным белком, способствуя формированию однородной структуры [4].

Титруемая кислотность продукта, как один из ключевых показателей активности молочнокислого брожения, также увеличивалась — с 85°Т в контрольном образце до 92°Т при 60% ПМ. Это говорит о более интенсивных микробиологических процессах, что подтверждается научными данными, указывающими на усиление метаболизма пробиотических культур при наличии легкоусвояемых углеводов [7], [3]. Кроме того, повышенная кислотность способствует формированию насыщенного вкуса и более длительному сроку хранения.

Таблица 2. Физико-химические показатели йогурта с разными концентрациями ПМ

Показатель	Ед. изм.	Контроль (100% КМ)	20% ПМ	40% ПМ	60% ПМ
Белок	%	3,24 ± 0,05	3,18 ± 0,04	3,31 ± 0,05	3,42 ± 0,04
Жир	%	3,03 ± 0,05	3,12 ± 0,04	3,25 ± 0,02	3,35 ± 0,02
Углеводы	%	5,15 ± 0,02	5,78 ± 0,04	6,58 ± 0,05	7,14 ± 0,05
Вязкость	мПа·с	5,58	5,65	5,80	5,90
Титруемая кислотность	°Т	85	87	90	92

Обсуждение результатов

Результаты исследования подтверждают, что добавление 40% просового молока улучшает питательную ценность йогурта, сохраняя его высокие органолептические характеристики.

Повышенное содержание белка делает продукт более насыщенным аминокислотами, а увеличение уровня углеводов придаёт йогурту естественную сладость без необходимости добавления сахара.

Дополнительное содержание полиненасыщенных жирных кислот в составе способствует поддержанию здоровья сердечно-сосудистой системы, а умеренное повышение кислотности свидетельствует о повышенной активности пробиотиков, что делает йогурт полезным для кишечной микрофлоры.

Йогурт с 40% просового молока демонстрирует оптимальный баланс между питательными свойствами, консистенцией и вкусовыми характеристиками. В отличие от образцов с более высоким содержанием просового молока, данный вариант сохраняет традиционную густую текстуру и приятный кисломолочный вкус, не приобретая выраженных злаковых оттенков.

Таким образом, результаты анализа подтверждают, что йогурт с 40% просового молока является лучшим вариантом среди изученных образцов, поскольку сочетает в себе высокую пищевую ценность, хорошую стабильность структуры и приятный вкус.

Заключение, выводы

В ходе исследования была разработана технология производства йогурта с 40% просового молока, включающая ключевые этапы: нормализацию, гомогенизацию, пастеризацию, ферментацию и хранение. Оптимальная концентрация просового молока (40%) позволила значительно улучшить питательную ценность продукта, увеличив содержание белка до 3,31%, жиров – до 3,25%, а углеводов – до 6,58%.

При этом вязкость йогурта незначительно возросла с 5,58 мПа·с (в контрольном образце) до 5,80 мПа·с, что подтверждает стабильность его консистенции. Органолептический анализ показал, что при добавлении 40% просового молока вкус, аромат и текстура йогурта сохраняются на высоком уровне (5,0 баллов), в отличие от образца с 60% ПМ, у которого наблюдается выраженный злаковый привкус и снижение густоты.

Дополнительно было зафиксировано увеличение уровня кислотности до 90°Т, что свидетельствует о повышенной активности пробиотических микроорганизмов и высокой стабильности конечного продукта. Таким образом, йогурт с 40% просового молока сочетает в себе преимущества растительного сырья и традиционных кисломолочных продуктов, что делает его перспективным вариантом для потребителей с непереносимостью лактозы или аллергией на белки коровьего молока.

Разработанный продукт может быть рекомендован как функциональный продукт для здорового питания благодаря сбалансированному составу макронутриентов и улучшенным пробиотическим свойствам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Makinen, O. E., Wanhala, V., Zannini, E., and Arendt, E. K. (2016). Foods for special dietary needs: Non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(3), 339–349. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950>
2. Zhang, Z., Shi, L., Pang, X., Wang, S., and Qiao, L. (2007). Evaluation of the phytochemical content, antioxidant activity and nutrition value of different species of millet. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(21), 8752–8757. <https://doi.org/10.1021/jf071499p>
3. Hou, J. W., Chen, L. J., and Chou, C. C. (2000). Changes in some components of soymilk during fermentation with bifidobacteria. *Food Research International*, 33(5), 393–397.
4. Jeske, S., Zannini, E., and Arendt, E. K. (2017). Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials. *Food Research International*, 92, 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.12.014>
5. Rekha, C. R., and Vijayalakshmi, G. (2010). Influence of processing parameters on the quality of probiotic soy-based fermented food. *Journal of Food Science and Technology*, 47(4), 372–378. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0064-z>
6. Мәканғали К.К., Тұлтабаева Т.Ч., Жакупова Г.Н., Сағандық А.Т., Ахметжанова А.Т., Бексултан А.А. (2024). Исследование влияния БАД Bio-ap-irga на состав и свойства йогуртов. //Вестник Алматинского технологического университета, 144(2), 96–103. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-2-96-103>
7. Smid, E. J., and Lacroix, C. (2013). Microbe–microbe interactions in mixed culture food fermentations. *Current Opinion in Biotechnology*, 24(2), 148–154. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2012.11.007>
8. Sethi, S., Tyagi, S. K., and Anurag, R. K. (2016). Plant-based milk alternatives: An emerging segment of functional beverages. *Journal of Food Science and Technology*, 53(9), 3408–3423. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>
9. GOST 31449-2013. Сырое коровье молоко. Технические условия. Астана: Стандартинформ, 2013.
10. GOST 34398-2018. Молочные и молокосодержащие продукты. Правила термической обработки. Астана: Стандартинформ, 2018.
11. National Research Council. (1992). *Applications of Biotechnology to Traditional Fermented*

Foods. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/1939>

12. Тапалова, А.Б., Тултабаева, Т.Ч., Имангалиева, Ж.К., Өмірзақ, Е.Ф. (2024). Өсімдік және сиыр сүтінің қосындысынан жасалған йогурттардың биологиялық құндылығын бағалау. //М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университетінің хабаршысы. Механика және технологиялар сериясы, 2(86), 149–155.

13. Даниярова, Г. М. (2015). Сравнительная оценка органолептических и физико-химических показателей йогурта из козьего и коровьего молока //Молодой ученый, № 63, С. 29–33.

14. Темербаева, М. В., Темербаева, А. А. (2016). Разработка биогурта на основе козьего молока для школьного питания /В кн.: XVI Сапиевские чтения: Междунар. науч. конф. молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников, Павлодар, Том 7, С. 377–379.

15. Горбатова, К.К. (2018). Биохимия молока и молочных продуктов: Учебник для СПО. Москва: Гиорд. - 220 с.

REFERENCES

1. Makinen, O. E., Wanhalinna, V., Zannini, E., and Arendt, E. K. (2016). Foods for special dietary needs: Non-dairy plant-based milk substitutes and fermented dairy-type products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 56(3), 339–349. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950>

2. Zhang, Z., Shi, L., Pang, X., Wang, S., and Qiao, L. (2007). Evaluation of the phytochemical content, antioxidant activity and nutrition value of different species of millet. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55(21), 8752–8757. <https://doi.org/10.1021/jf071499p>

3. Hou, J. W., Chen, L. J., and Chou, C. C. (2000). Changes in some components of soymilk during fermentation with bifidobacteria. Food Research International, 33(5), 393–397.

4. Jeske, S., Zannini, E., and Arendt, E. K. (2017). Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials. Food Research International, 92, 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.12.014>

5. Rekha, C. R., and Vijayalakshmi, G. (2010). Influence of processing parameters on the quality of probiotic soy-based fermented food. Journal of Food Science and

Technology, 47(4), 372–378. <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0064-z>

6. Makangali K.K., Tultabaeva T.CH., ZHakupova G.N., Sarandyk A.T., Ahmetzhanova A.T., Beksultan A.A. (2024). Issledovanie vliyaniya BAD Bio-ap-irga na sostav i svojstva jogurtov. Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta, 144(2), 96–103. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2024-2-96-103>

7. Smid, E. J., and Lacroix, C. (2013). Microbe–microbe interactions in mixed culture food fermentations. Current Opinion in Biotechnology, 24(2), 148–154. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2012.11.007>

8. Sethi, S., Tyagi, S. K., and Anurag, R. K. (2016). Plant-based milk alternatives: An emerging segment of functional beverages. Journal of Food Science and Technology, 53(9), 3408–3423. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>

9. GOST 31449-2013. Syroe korov'e moloko. Tekhnicheskie usloviya. Astana: Standartinform, 2013.

10. GOST 34398-2018. Molochnye i molokosoderzhashchie produkty. Pravila termicheskoy obrabotki. Astana: Standartinform, 2018.

11. National Research Council. (1992). Applications of Biotechnology to Traditional Fermented Foods. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/1939>

12. Tapalova, A.B., Tultabaeva, T.CH., Imangaliev, ZH.K., Өмірзақ, Е.Ф. (2024). Өсімдік және сиыр сүтінің қосындысынан жасалған йогурттардың биологиялық құндылығын бағалау. М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университетінің хабаршысы. Механика және технологиялар сериясы, 2(86), 149–155.

13. Даниярова, Г. М. (2015). Sravnitel'naya ocenka organolepticheskikh i fiziko-himicheskikh pokazatelej jogurta iz koz'ego i korov'ego moloka. Molodoj uchenyj, № 63, S. 29–33.

14. Teмербаева, М. В., Темербаева, А. А. (2016). Razrabotka biogurta na osnove koz'ego moloka dlya shkol'nogo pitaniya. V kn.: XVI Satpaevskie chteniya: Mezhdunar. nauch. konf. molodyh uchenyh, magistrantov, studentov i shkol'nikov, Pavlodar, Tom 7, S. 377–379.

15. Gorbatova, K.K. (2018). Biohimiya moloka i molochnyh produktov: Uchebnik dlya SPO. Moskva: Giord. 220 s.