



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 579.66

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.04.013



ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ НОВОЙ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ МЯГКОГО СЫРА

Юлия Геннадьевна Стурова ¹, Анастасия Викторовна Гришкова ²

¹ Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Барнаул, Россия

² Алтайский государственный медицинский университет Барнаул, Россия

² ФГБНУ ФАНЦА, отдел СибНИИС, лаборатория биохимии молока и молочных продуктов, Барнаул, Россия

¹ y_sturova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4492-6628>

² anastasiya-kriger@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1117-0489>

Аннотация. Молочный рынок является неотъемлемой составной частью агропромышленного комплекса Российской Федерации. За последнее десятилетие Россия заметно увеличила выпуск сырого молока. В Алтайском крае с января по май 2025 года произвели 399,5 тысяч тонн молока. По этому показателю регион опережает все остальные субъекты Сибирского федерального округа. Положительная динамика в РФ в настоящее время сохраняется и в секторе переработки сырого молока. Однако по статистическим данным в июле 2025 г. себестоимость молока выросла на 2,6 %. В связи с этим одной из главных задач сыродельных предприятий является эффективная организация наиболее полной переработки молока, внедрение безотходных технологий, проведение оптимизации производства.

Внедрение на производстве технологии переработки молочной сыворотки – это один из ведущих, высоко rentабельных сегментов экономики предприятия. Один из путей увеличения рентабельности предприятия, специализирующегося на производстве сыров, – это использование сыворотки, образующейся при получении сыров. В связи с ростом в России объемов производства сыров пропорционально увеличиваются и ресурсы молочной сыворотки. Рассматриваем возможность создания технологии производства мягкого сыра из сыворотки на примере брынзоста.

Ключевые слова: производство молока, молочная сыворотка, ресурсосберегающие технологии, реакция Майяра, мягкий сыр.

Благодарности: Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ No 075-03-2024-105, номер темы FZMM-2024-0003, рег. No НИОКТР 124013000666-5).

Для цитирования: Стурова Ю. Г., Гришкова А. В. Теоретическое обоснование новой ресурсосберегающей технологии мягкого сыра // Ползуновский вестник. 2025. № 4, С. 85–90. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.04.013. EDN: <https://elibrary.ru/NWRRTQ>.

Original article

THEORETICAL JUSTIFICATION FOR DEVELOPMENT OF A NEW RESOURCE-SAVING SOFT CHEESE TECHNOLOGY

Yulia G. Sturova ¹, Anastasia V. Grishkova ²

^{1,2} Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

² Altai State Medical University, Barnaul, Russia

² FGBNU FANTSA, SibNIIS Department, Laboratory of Biochemistry of Milk and Dairy Products, Barnaul, Russia

¹ y_sturova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4492-6628>

² anastasiya-kriger@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1117-0489>

Abstract. The dairy market is an integral part of the agro-industrial complex of the Russian Federation. Over the past decade, Russia has significantly increased the production of raw milk. From January to May 2025, 399.5 thousand tons of milk were produced in the Altai Territory. According to this indicator, the region is ahead of all other subjects of the Siberian Federal District. The positive dynamics in the Russian Federation currently remains in the raw milk processing sector. However, according to statistics, in July 2025, the cost of milk increased by 2.6 %. In this regard, one of the main tasks of cheese-making enterprises is the efficient organization of the most complete milk processing, the introduction of waste-free technologies, and the optimization of production. The introduction of whey processing technology in production is one of the leading, highly profitable segments of the enterprise's economy. One of the ways to increase the profitability of an enterprise specializing in cheese production is to use the whey produced during cheese production.

©Стурова Ю. Г., Гришкова А. В., 2025

Due to the growth of cheese production in Russia, the resources of whey are also increasing proportionally. We are considering the possibility of creating a technology for the production of soft cheese from whey using the example of brynost.

Keywords: milkproduction, whey, resource-savings technologies, Maillardreaction, softcheese.

Acknowledgements: The work was performed with in the framework of the state assignment of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No.075-03-2024-105, topicnumber FZMM-2024-0003, reg. R&D no. 124013000666-5).

Forcitation: Sturova, Yu.G. & Grishkova, A.V. (2025). Theoretical substantiation of a new resource-saving technology of soft cheese. *Polzunovskiy vestnik*, (4), 85-90. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2025.04.013. EDN: https://elibrary.ru/NWRRTQ.

ВВЕДЕНИЕ

Неотъемлемой составной частью агропромышленного комплекса Российской Федерации является молочный рынок. Он играет значимую роль в формировании продовольственной безопасности страны, обеспечивая население основными белковыми продуктами [1].

За последнее десятилетие Россия заметно увеличила выпуск сырого молока. Согласно данным Росстата, с 2015 по 2024 гг. валовой надой молока вырос на 13,9 %, или на 4,1 млн. т, и тем самым превысил общий объем в 34 млн.т (показатели без учета данных о производстве молока в ДНР, ЛНР, Запорожской и Херсонской областях). В этот период средний темп прироста составлял 1,5 % в год, небольшое снижение производства было зафиксировано лишь в 2016 г. (рис. 1) [2].



Рисунок 1 – Динамика производства молока в России (по данным Росстат)

Figure 1 – Dynamics of Milk Production in Russia (according to Rosstat)

Согласно оценке результатов статистики на июнь 2025 года, в России произошёл небольшой рост объёма производства молока, который достиг примерно 16,9 млн. тонн (+0,3 %). По оценке аналитиков, это связано с увеличением молочной продуктивности коров вопреки тенденции сокращения поголовья сельскохозяйственных животных. Подведение итогов в первом квартале 2025 г. показало, что производство товарного молока выросло на 2,6 % по сравнению с тем же периодом 2024 г., достигнув 6,3 млн. тонн. Рост производства в сельскохозяйственных организациях составил 3,7 % (табл. 1) [3].

Согласно данным Новосибирскстата, с января по май 2025 года в Алтайском крае всего произвели 399,5 тысяч тонн молока. По этому показателю регион опережает все остальные субъекты Сибирского федерального округа [4].

В настоящее время в РФ сохраняется положительная динамика и в секторе переработки сырого молока. Динамика производства молочной продукции в России в 2025 г. представлена в таблице 2 [2].

Таблица 1 – Производство молока в России, млн.т

Table 1 – Milk production in Russia, million tons

Категория хозяйств	Январь – июнь 2024г.	Январь – июнь 2025г.	Изменение за год, %	Доля в общем пров в 2025 г. %
Сельскохозяй. организации	10,5	10,8	+2,9	63,8
Хозяйства населения	5	4,8	-4,1	28,4
Фермерские хозяйства	1,4	1,3	-3,9	7,8
Хозяйства всех категорий	16,8	16,9	+0,3	100

На рисунке 2 представлены основные лидирующие регионы России, производящие наибольшие объемы молока в хозяйствах всех категорий.

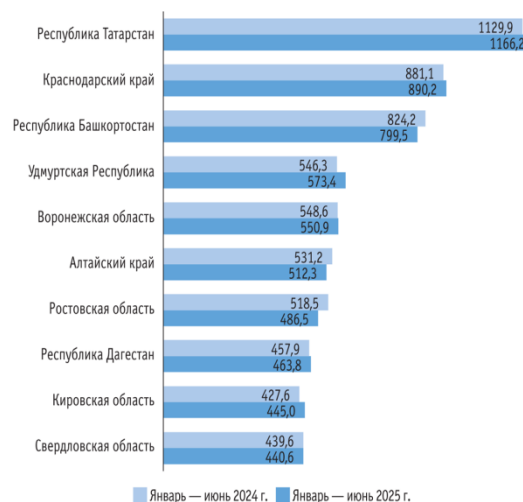


Рисунок 2 – Регионы-лидеры РФ по производству молока в хозяйствах всех категорий

Figure 2 – The leading regions of the Russian Federation in milk production in farms of all categories

Однако стоит отметить, что индекс операционной себестоимости производства молока (RMC1) в июле 2025 г. составил 102,6 %, себестоимость за месяц выросла на 2,6 % и превысила уровень июля 2024 г. на 6,5 %. Такие предварительные данные подготовил аналитический центр Союзмолоко.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ НОВОЙ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ МЯГКОГО СЫРА

Таблица 2 – Производство молочной продукции в России, тыс. т.

Table 2 – Dairy production in Russia, thousand tons

Продукция	Январь – июнь 2024 г.	Январь – июнь 2025 г.	Изменения за год, %
Молоко питьевое	3012,1	3084,4	+2,4
Кефир	486,9	474,7	-2,5
Сыры	419	413,6	-1,3
Йогурт	397,1	404,3	+1,8
Сыворотка молочная	384,8	386,9	+0,5
Сметана	296,6	295,3	-0,4
Творог	238,4	246,3	+3,3
Масло сливочное	165,1	173,3	+4,9
Молоко, сливки сухие	98,8	110,7	+12,1

Увеличение операционных затрат при производстве молока в июле обусловлено повышением цен на отдельные компоненты кормов (по данным Росстата, комбикорма для КРС стали дороже на 1,0 %, шроты и жмыхи – на 0,1 %), ростом тарифов на электроэнергию для сельхозтоваропроизводителей (+0,7 %), увеличением затрат на оплату труда и сохранением инфляционных процессов в экономике. Дополнительным фактором сохранения высоких производственных затрат по-прежнему остаются высокие расходы на обслуживание кредитных ресурсов [5].

Таким образом, отрасль сталкивается с рядом вызовов, к которым, кроме роста себестоимости, можно отнести демографический спад, конкуренцию с растительными аналогами и геополитическую неопределенность [1].

В связи с этим одной из главных задач сыродельных предприятий является эффективная организация наиболее полной переработки молока, внедрение безотходных технологий, проведение оптимизации производства. Сегодня перед перерабатывающими предприятиями стоит непростая задача – найти и закупить молоко-сырье должного качества, произвести высококачественный продукт, обслуживать высокотехнологичное оборудование, выпустить на рынок продукт с доступной, конкурентной ценой. Максимум усилий направляется на установление баланса между качеством продукции, доступностью для потребителя (при высокой цене молока-сырья), а также рентабельностью собственного производства [6].

Внедрение на производстве технологии переработки молочной сыворотки – это один из ведущих, высококачественных сегментов экономики предприятия. Один из путей увеличения рентабельности предприятия, специализирующегося на производстве сыров, – это использование сыворотки, образующейся при получении сыров [7].

По традиционной технологии для получения 1 т сыра необходимо около 10 т молока, в результате образуется приблизительно 9 т подсырной сыворотки. В образовавшуюся сыворотку переходит около половины сухих веществ молока, и такое ценное белково-углеводное сырье не всегда подвергается промышленной переработке. На сегодняшний день разрабатываются различные технологии с использованием подсырной сыворотки [7, 8].

Разрабатываемые ресурсосберегающие технологии способствуют получить линейку новых продуктов питания, обеспечить экологическую безопасность

производства, снизить нагрузку и затраты на очистные мероприятия, а также получить дополнительную прибыль предприятию [8].

Усредненный химический состав сыворотки показан в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав подсырной сыворотки

Table 3 – Chemical composition of the subsurface serum

Наименование	Сухого вещества, %	Белка, %	Молочного сахара, %	Жиры, %	Зола, %	Калорийность 1 кг. ккал
Сыворотка подсырная	6,5	0,4	4,8	0,4	0,5	223

Основные компоненты сыворотки (жир, молочный сахар, белок, соли) особенно ценны тем, что находятся в мелкодиспергированном состоянии, вследствие чего наиболее легко усваиваются организмом. В сыворотке находятся легко усвояемые организмом белки – альбумин и глобулин, а также ценные для организма фосфолипиды и витамины. Если калорийность молока принять за 100 %, то калорийность подсырной сыворотки составляет 37 %. В молочную сыворотку почти полностью переходят водорастворимые и некоторая часть жирорастворимых витаминов, которые представлены в таблице 4 [8].

Таблица 4 – Содержание витаминов в подсырной сыворотке, мкг/кг

Table 4 – Vitamin content in subcutaneous serum, mcg/kg

Наименование	Витамины								
	β-каротин	A	E	B ₁	B ₂	B ₆	холин	PP	C
Сыворотка подсырная	13	22	227	315	1389	524	16000	140	500

В зависимости от вида и типа вырабатываемого продукта изменяется количество получающейся сыворотки. В таблице 5 показан выход сыворотки при производстве различных видов сыров [9].

Таблица 5 – Выход сыворотки при производстве различных видов сыров

Table 5 – Whey yield in the production of various types of cheeses

Вырабатываемый продукт	Количество получающейся сыворотки в среднем, %
Твердые сыры жирные	81
Твердые сыры полужирные	76
Твердые сыры низожирные	71
Мягкие сыры	На 5–7 % меньше, чем при выработке твердых сыров

Технология выработки мягких сыров позволяет выпускать продукты повышенной биологической ценности для массового, детского, школьного и специального питания с учетом климатических зон, экологии, состояния здоровья и особенностей трудовой деятельности [7].

Основные преимущества производства мягких сыров по сравнению с другими видами сыров:

- экономия по молочному сырью. Например, расход сырья на 1 т полутвердого сыра в пересчете на молоко жирностью 3,4 % составляет от 10 до 11 т, а на 1 т мягкого сыра – от 7 до 8т;
- выход готового продукта из единицы сырья повышается от 20 % до 40 %;
- менее жесткие требования к качеству молока-сырья, есть возможность перерабатывать молоко повышенной кислотности.

Мягкие сорта сыра стали массово использоваться и употребляться не так давно, как твердые, но при этом нашли очень широкое применение.

Мягкие сыры имеют сливочную или творожную консистенцию, особенные вкусовые качества, высокую питательную ценность. Их изготавливают из пастеризованного молока и сливок, с добавлением ферментов и бактерий, исключая повторную термическую обработку и процесс прессования [10].

Уникальность мягких сыров заключается в витаминно-минеральном составе, значительном содержании белков, наличии жиров:

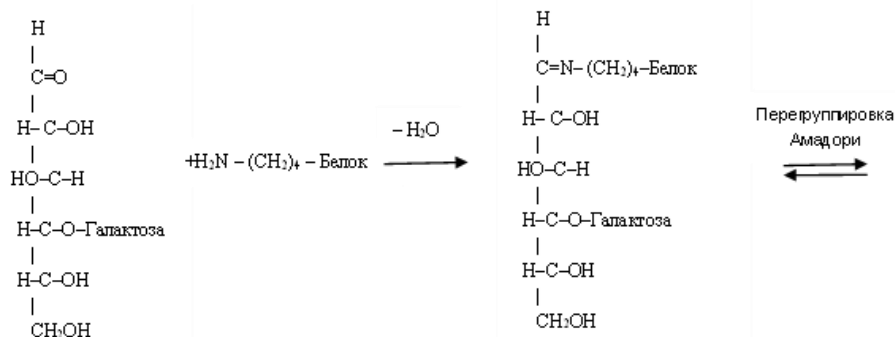
- белки и незаменимые аминокислоты составляют около 40 % и включают валин, гистидин, лизин, треонин, фенилаланин;
- жирные кислоты составляют до 40 % и включают миристиновую, каприновую, олеиновую, линолевую, линоленовую;
- углеводы не превышают 1 %;
- жирорастворимые витамины составляют около 18 %: бета каротин, ретинол, холекальциферол, токоферол;

- водорастворимые витамины: тиамин, рибофлавин, пантотеновая кислота, пиридоксин, фолиевая кислота, цианокобаламин, биотин, ниацин.

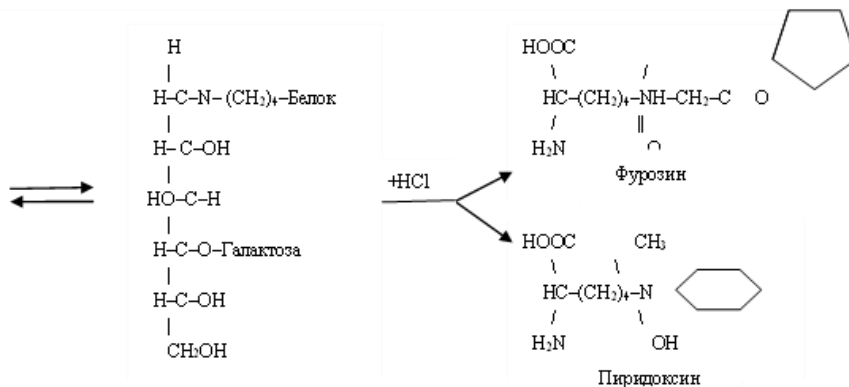
Рассматриваем возможность создания технологии производства мягкого сыра из сыворотки на примере брюнста.

Для того чтобы получить такой сыр, нужно в чистую сыворотку добавить молоко и сливки. Смесь, все время помешивая, доводят до кипения.

Особенностью технологии сыра является то, что при длительном нагревании лактоза взаимодействует с белками молока, а именно с лизином, образуя тем самым меланоидины, которые способствуют изменению окраски сыра. В молоке эта реакция нежелательна, но при обработке и переработке трудно избежать ее начальных стадий. В молоке и молочных продуктах лактоза реагирует, прежде всего, с ε-аминогруппой лизина. Реакция протекает автокаталитически, и для ее завершения достаточно температуры от 18 °С до 20 °С. Скорость реакции Майяра зависит от количества лактозы и белка в продукте, от температуры и продолжительности термообработки, от активности воды и активной кислотности (оптимальным считается диапазон при pH от 4 до 8). Эта реакция не всегда приводит к заметным результатам или изменениям в продукте. С повышением температуры обработки или при достаточно длительном хранении происходит потемнение сухих молочных продуктов, в стерилизованном, концентрированном или сгущенном молоке появляется желтоватый оттенок [11, 12].

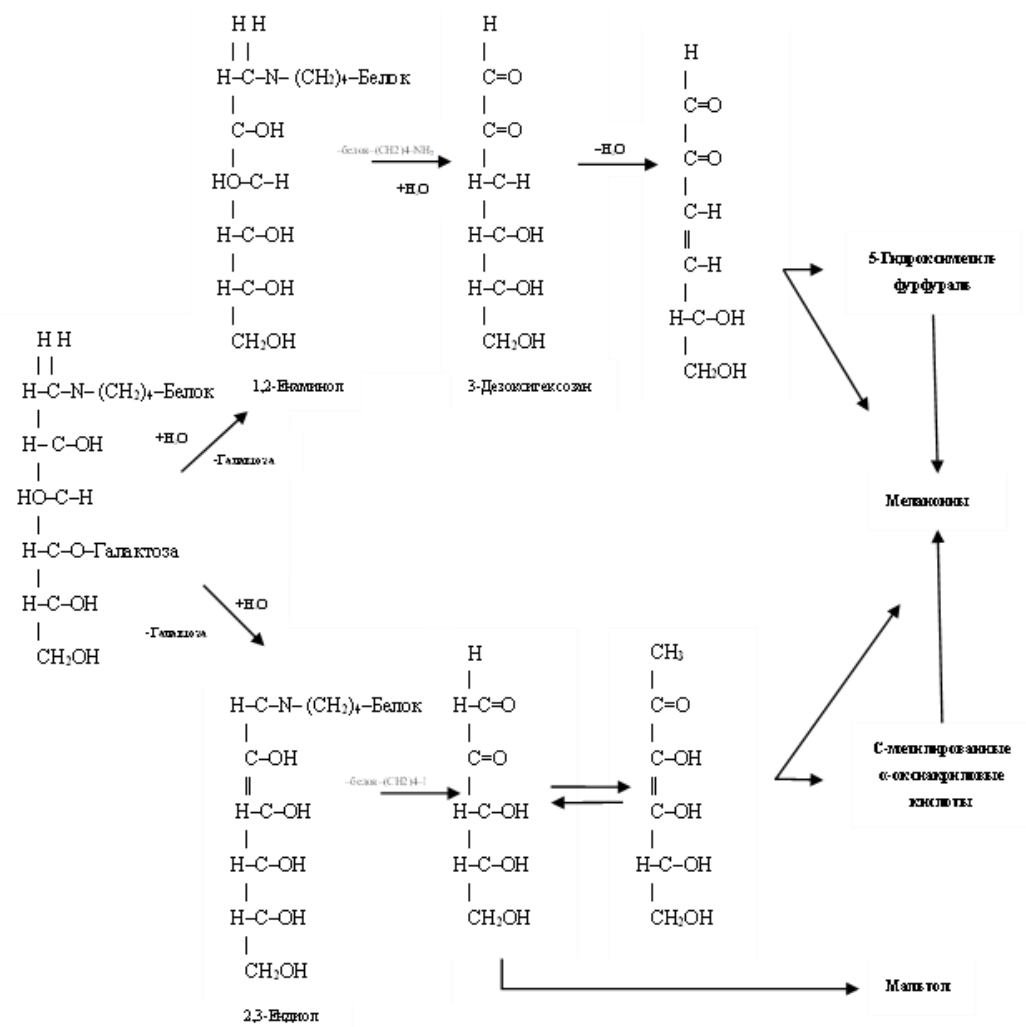


Лактоза + Аминогруппа лизина в белке → Шиффово основание (енамин)



N- производное 1-амино-1-дезоксигалактозы (связанный с белком лактулозолизин)

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТКИ НОВОЙ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ МЯГКОГО СЫРА



В результате реакции Майяра происходят изменения биохимических и органолептических показателей:

- вследствие необратимых изменений незаменимой аминокислоты лизина снижается пищевая и биологическая ценность;
- появляется привкус карамелизации в молочных продуктах;
- потемнение в перегретых или длительно стерилизованных продуктах.

Реакция Майяра представляет собой сложную последовательность реакций с образованием множества промежуточных продуктов вплоть до меланоидинов, имеющих интенсивный коричневый цвет. Первой, инициирующей, стадией реакции является реакция альдегидной группы глюкозного остатка лактозы с ε-аминогруппой лизина в белке с образованием енамина (шиффова основания).

В ходе дальнейших реакций происходит перегруппировка Амадори, обуславливающая N-замещение 1-амино-1-дезоксиглюкозы, которая еще связана с остатком галактозы. В результате связь лактулозолизина (галактоза-фруктоза-лизин) енолизируется до 1,2-енаминов или 2,3-ендиолов. Затем 1,2-енаминов посредством многоступенчатой реакции преобразовывается до 5-гидрокси-2-кетозы, а 2,3-ендиол – до метил-α-дикарбонильных соединений, образующих ларициновую кислоту, гидрокси-

ацетон и α-оксиакриловые кислоты, которые реагируют между собой с образованием коричневых меланоидинов. Кислотный гидролиз промежуточного продукта лактулозолизина с HCl приводит к получению фуросина и пиридоксина – веществ-индикаторов реакции Майяра [11].

Другой, более короткий путь реакции заключается во взаимодействии дикарбонильных соединений с аминокислотами и образовании альдегидов и пиразинов.

Скорость протекания реакции Майяра можно контролировать путем определения количества 5-гидрометилфурфурала, фуросина, мальтола и пиридоксина, а также при помощи оптических методов – по интенсивности коричневой окраски или измерением флуоресценции.

Образующиеся продукты реакции Майяра – 5-гидрометилфурфурал и фуросин – также, как и лактулоза, используется в качестве «теплового индикатора» для определения степени перегрева. В отличие от лактулозы оба эти вещества уже присутствуют в сыром молоке, но содержание 5-гидрометилфурфурала может существенно колебаться. Поэтому для определения степени перегрева необходимо определять содержание 5-гидрометилфурфурала в исходном сырье [11].

Образующиеся гетероциклические соединения, а именно мальтол, придают продукту карамельный привкус [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря таким интересным органолептическим показателям у сыра, как карамельный вкус и аромат, а также необычная окраска, появляется возможность изучить новую оригинальную технологию на примере сыра брюност.

Таким образом, исходя из вышесказанного, разработка нового вида мягкого сыра с применением ресурсосберегающей технологии производства будет вкладом в повышение экономической эффективности сыродельной отрасли нашей страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ молочного рынка России: прогнозы производства, потребления и цен на 2025-2028 годы / [Электронный ресурс] // Деловой профиль : [сайт]. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/analiz-molochnogo-rynka-rossii-prognozy-proizvodstva-potrebleniya-i-cen-na-2025-2028-gody/>. (дата обращения: 15.10.2025).
2. Анализ рынка молока в России / [Электронный ресурс] // Busines Stat : [сайт]. URL: https://businessstat.ru/russia/food/dairy/milk_cream/?ybaiр=1&yclid=17662993463362715647. (дата обращения: 15.10.2025).
3. Производство молока в России увеличилось до 16,9 млн тонн / [Электронный ресурс] // Рамблер : [сайт]. URL: <https://finance.rambler.ru/economics/55030184-proizvodstvo-moloka-v-rossii-uvlechilos-do-16-9-mln-tonn/>. (дата обращения: 15.10.2025).
4. Алтайский край стал лидером по производству молока в Сибири / [Электронный ресурс] // amic : [сайт]. URL: <https://www.amic.ru/news/altayskiy-kray-stal-liderom-po-proizvodstvu-moloka-v-sibiri-566056>. (дата обращения: 15.10.2025).
5. Себестоимость сырого молока продолжает расти / [Электронный ресурс] // Союзмолоко : [сайт]. URL: <https://souzmoloko.ru/news/rinok-moloka/indeks-rmci-avgust-2025.html>. (дата обращения: 15.10.2025).
6. Мокроусова А.В. Сыр любит душу и руки сыродела [Текст] / А.В. Мокроусова // Переработка молока. 2016. № 8(203). С. 6–9.
7. Стурова Ю.Г. Создание функционального продукта на основе молочного белково-углеводного сырья / Ю.Г. Стурова, А.В. Гришкова, Я.В. Хавров //

Сыроделие и маслоделие. 2020. № 2. С. 22–26. DOI 10.31515/2073-4018-2020-2-20-24.

8. Кригер А.В. Использование подсырной сыворотки для производства витаминных напитков как фактор повышения конкурентоспособности предприятия / А.В. Кригер, Ю.Г. Стурова // Ползуновский вестник. 2016. № 3. С. 18–22.

9. Евдокимов И.А. Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки [Текст] // И.А. Евдокимов, Д.Н. Володин // Переработка молока. 2016. № 8 (203). С. 10–13.

10. Стурова Ю.Г. Влияние пробиотических культур и липолитических ферментов на свойства молочного продукта в разрабатываемой биотехнологии сыра / Ю.Г. Стурова, А.В. Гришкова, В.В. Коньшин // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2021. Т. 11, № 2(37). С. 290–298. DOI 10.21285/2227-2925-2021-11-2-290-29.

11. Тёпел А. Химия и физика молока / Альфред Тёпел ; пер. с нем. под ред. С.А. Фильчаковой. Санкт-Петербург : Изд-во Профессия, 2012. 831 с.

12. Синельников Б.М. Лактоза и ее производные [Текст] : учеб. пособие / Б.М. Синельников, А.Г. Храмов, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева. Санкт-Петербург : Профессия, 2007. 768 с.

Информация об авторах

Ю. Г. Стурова – к.т.н., доцент, ст. науч. сотр. ФГБУ ВО Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова.

А. В. Гришкова – д.б.н., к.т.н., доцент, ст. науч. сотр. ФГБУ ВО Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, ФГБНУ ФАНЦА, отдел СибНИИС, ФГБУ ВО Алтайский государственный медицинский университет.

Information about the authors

Yu.G. Sturova - Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Senior Researcher, Polzunov Altai State Technical University.

A.V. Grishkova - Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Senior Researcher, Polzunov Altai State Technical University, FGBNUFANTSA, SibNIIS Department, Altai State Medical University.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 07 июня 2025; одобрена после рецензирования 24 ноября 2025; принята к публикации 28 ноября 2025.

The article was received by the editorial board on 07 June 2025; approved after editing on 24 Nov 2025; accepted for publication on 28 Nov 2025.