



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 637.3

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.03.016



КИСЛОМОЛОЧНЫЙ НАПИТОК С ТРИТЕРПЕНСОДЕРЖАЩИМ СЫРЬЕМ

Ольга Николаевна Мусина ¹, Дарья Андреевна Усатюк ²,
Нина Ивановна Бондаренко ³

¹ ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Барнаул, Россия,

^{2,3} ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий», г. Барнаул, Россия,

¹ musinaolga@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4938-8136>

² d_usatyuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7852-1680>

³ bni-22@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9045-6834>

Аннотация. Исследование направлено на разработку технологии производства функционального кисломолочного напитка, обогащенного тритерпеновым соединением – бетулином, выделяемым из бересты березы. Цель работы – повышение эффективности переработки молока за счет адаптации бетулина к условиям молочнокислого и смешанного брожения, а также определение оптимальных технологических параметров для создания продукта с улучшенными органолептическими свойствами и повышенной хранимостпособностью. В рамках эксперимента использовали коровье молоко и бетулин (ТУ 10.89.15-003-32227225-2024). Изучено влияние различных доз бетулина (0,003 %, 0,008 %, 0,013 %) на динамику активной кислотности, консистенцию, вкусоароматические характеристики и стабильность продукта при хранении. Для сквашивания применяли две заквасочные культуры: YO-428L (смешанное брожение, включает *Saccharomyces cerevisiae*) и LAT BY-T (молочнокислое брожение, *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus bulgaricus*). Результаты показали, что бетулин оказывает стабилизирующее влияние на структуру кисломолочного геля, предотвращая синерезис и способствуя формированию однородной вязкой консистенции. Наибольший эффект наблюдался при использовании йогуртовой закваски LAT BY-T: образцы с дозой бетулина 0,013 % характеризовались плотной текстурой без отделения сыворотки, выраженным кисломолочным вкусом с легким ароматом бересты. Активная кислотность в таких образцах оставалась стабильной в течение 16 суток хранения, что свидетельствует о замедлении пост-кислотной ферментации. При смешанном брожении (закваска YO-428L) выявлено незначительное ингибирующее действие бетулина на активность дрожжей, однако органолептические показатели уступали образцам с LAT BY-T. Органолептическая оценка, проведенная с участием экспертов, подтвердила, что напитки с максимальной дозой бетулина (0,013 %) получили наивысшие баллы за счет сбалансированного вкуса и улучшенной текстуры. Практическая значимость исследования заключается в разработке нормативно-технических документов для напитков «Пересвет» и «Радость», готовых к внедрению в производство. Полученные данные расширяют возможности использования растительного тритерпеносодержащего сырья в молочной промышленности для создания функциональных продуктов, обогащенных биологически активными веществами. Результаты работы могут быть применены для оптимизации рецептур, повышения конкурентоспособности продукции и удовлетворения растущего спроса на здоровое питание.

Ключевые слова: бетулин, тритерпеновые соединения, кисломолочный напиток, комбинированный продукт, заквасочные культуры, активная кислотность, органолептические показатели, технологический процесс, хранимостпособность.

Для цитирования: Мусина О. Н., Усатюк Д. А., Бондаренко Н. И. Кисломолочный напиток с тритерпеносодержащим сырьем // Ползуновский вестник. 2025. № 3, С. 98–104. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.03.016. EDN: <https://elibrary.ru/CZILOO>.

Original article

FERMENTED MILK DRINK WITH TRITERPENE-CONTAINING RAW MATERIALS

Olga N. Musina ¹, Daria A. Usatyuk ², Nina I. Bondarenko ³

¹ Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia,

^{2,3} Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Barnaul, Russia

¹ musinaolga@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4938-8136>

² d_usatyuk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7852-1680>

³ bni-22@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9045-6834>

Abstract. The study focuses on developing a technology for producing a functional fermented milk drink enriched with betulin, a triterpene compound derived from birch bark. The aim was to enhance milk processing efficiency by adapting betulin

© Мусина О. Н., Усатюк Д. А., Бондаренко Н. И., 2025

to lactic acid and mixed fermentation conditions, as well as to determine optimal technological parameters for improving organoleptic properties and storage stability. The experiment used cow's milk and betulin (TU 10.89.15-003-32227225-2024). The influence of betulin doses (0,003%, 0,008%, 0,013%) on active acidity dynamics, consistency, flavor, and storage stability was analyzed. Two starter cultures were tested: YO-428L (mixed fermentation, including *Saccharomyces cerevisiae*) and LAT BY-T (*Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*). Results demonstrated that betulin stabilizes the fermented milk gel structure, preventing syneresis and ensuring homogeneous viscosity. The most significant improvement was observed with the LAT BY-T starter: samples containing 0,013% betulin exhibited a dense texture without whey separation, a pronounced dairy flavor, and a subtle birch aroma. Active acidity remained stable during 16 days of storage, indicating slowed post-acidification. In mixed fermentation (YO-428L), betulin slightly inhibited yeast activity, yet organoleptic scores were lower compared to LAT BY-T. Sensory evaluation confirmed that samples with 0,013% betulin received the highest scores due to balanced taste and enhanced texture. The practical outcome includes the development of technical standards for the drinks "Peresvet" and "Radost." The findings highlight the potential of plant-based additives in dairy technology to create functional products enriched with bioactive compounds. This research contributes to recipe optimization, competitive product development, and meeting the demand for healthier food options.

Keywords: betulin, triterpene compounds, fermented milk drink, combined product, starter cultures, active acidity, organoleptic characteristics, technological process, shelf life.

Forcitation: Musina, O.N., Usatiuk, D.A. & Bondarenko, N.I. (2025). Fermented milk drink with triterpene-containing raw materials. *Polzunovskiy vestnik*, (3), 98-104. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2025.03.016. EDN: <https://elibrary.ru/CZIL00>.

ВВЕДЕНИЕ

Современная пищевая промышленность сталкивается с возрастающим спросом на продукты, сочетающие высокую пищевую ценность, функциональные свойства и соответствие принципам здорового образа жизни. Особую актуальность приобретает разработка комбинированных молочных продуктов, обогащенных биологически активными компонентами растительного происхождения.

Технология кисломолочных напитков не предусматривает отделения сыворотки, что позволяет полностью использовать все исходные компоненты молока, а также дает возможность эффективно корректировать состав готового продукта. В результате биохимических процессов, протекающих во время сквашивания, из белков, жиров и углеводов молока образуются соединения в легко усваиваемой организмом человека форме. Пищевая и биологическая ценность кисломолочных продуктов превышает аналогичные показатели цельномолочной продукции. Различают продукты молочнокислого брожения, где бактерии расщепляют лактозу с образованием молочной кислоты (творог, сметана, йогурт, ряженка, простокваша, снежок) и продукты смешанного брожения, где наряду с молочной кислотой образуется углекислый газ, спирт и ряд летучих кислот (кефир, кумыс). Ассортимент кисломолочных продуктов достаточно широк, и в зависимости от типа брожения возможно направленное формирование различных потребительских свойств [1, 2].

Задачами государственной важности является обеспечение сбалансированного питания населения, профилактика алиментарнозависимых заболеваний, увеличение продолжительности и повышение качества жизни за счет развития производства обогащенных продуктов и проведения соответствующих научных исследований. Актуальность этих задач подтверждается в распоряжении Правительства РФ №1364-р «Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года». Мировой опыт также свидетельствует о растущем рынке функциональных молочных продуктов: по некоторым оценкам, его объем к 2030 году превысит 150 млрд. долларов, при ежегодном росте 6,8 % [3].

Создание комбинированных молочных продуктов – сравнительно новое направление в пищевой промышленности. Такими выдающимися учеными,

как А.Г. Храмцов, И.А. Рогов, Н.Н. Липатов и другими, теоретически обоснована и практически доказана эффективность данного направления. В настоящее время широко ведутся исследования по возможности создания поликомпонентных молочных продуктов, широко используется комбинирование сырья различного происхождения: сиропы и экстракты трав, рыбные, овощные, фруктовые, плодовые и ягодные полуфабрикаты, растительный белок и жир, пищевые волокна, кальций, витамины и многое другое [3, 4].

Перспективным в создании новых пищевых продуктов модифицированного состава и свойств является направление по комбинированию молочного и растительного сырья. Данная комбинация предоставляет возможность взаимного обогащения получаемых продуктов эссенциальными ингредиентами.

Наряду с уже достигнутыми результатами в данном направлении необходим дальнейший поиск оригинальных подходов в создании комбинированных продуктов, гарантирующих полное использование потенциала сырья и позволяющих повысить качество готовой продукции. В настоящее время наблюдается рост популярности обогащенных продуктов. Производители отмечают рост потребительского спроса на такие молочные продукты, как йогурты с различными обогащающими добавками [5].

В рамках выполнения НИР № 0534-2021-0010 авторским коллективом научно обоснована возможность получения обогащенного кисломолочного напитка с отличными органолептическими характеристиками и повышенной за счет использования тритерпенодержавшего сырья хранимостпособностью. Сотрудниками лаборатории научно-прикладных и технологических разработок «Сибирского НИИ сыроделия» ФАНЦА в качестве перспективного растительного ингредиента для комбинации с молочным сырьем выбрано тритерпенодержавшее сырье в виде бетулина.

Бетулин является природным тритерпеном, который выделяют из коры берез – бересты [6]. В составе тритерпенов бересты преобладает бетулин.

Бетулин известен своими целебными свойствами давно: он был открыт Т.Е. Ловицем (преемником М.В. Ломоносова) в 1778г., но в последние годы в мире наблюдается рост интереса к нему [7, 8]. На текущий момент доказанными считаются следующие его свойства: антисептическое; ранозаживляющее; гепатопротекторное; желчегонное; антиокси-

дантное; иммуностимулирующее; противоопухолевое; противовирусная активность; ингибирование развития микробактерий туберкулеза; противогрибковое действие; учеными США и Японии доказана противомеланомная активность бетулина и его производных; при включении бетулина в крем он продемонстрировал солнцезащитное действие (UVA-UVB-фильтр); ингибирование фермента эластазы, ответственного за потерю упругости эластичными волокнами кожи; стимулирует синтез коллагена и останавливает воспалительные процессы в коже, защищая ее от воздействия протеинкиназ; отбеливает кожу за счет тормозящего действия на меланогенез [9].

Введение в продукты питания экстракта бересты позволит создать функциональные продукты питания и использовать их: в рационе питания здоровых людей, людей, проживающих и работающих в тяжелых условиях Крайнего Севера, высокогорья, пустынь, в гепатогенных зонах, на вредных производствах; для снижения последствий вредных привычек; для лиц высокого профессионального риска в целях снижения уровня профессиональной генетической патологии (антимутаген); для спортсменов в качестве питания без каких-либо ограничений, так как экстракт не обладает допинговой активностью [10].

В настоящее время бетулин включен в список биологически активных добавок к пище, рекомендованных для оптимизации питания и улучшения здоровья населения, уровень потребления которой составляет от 40 до 80 мг/сутки [11–13]. Сочетание кисломолочной основы с бетулином позволит создать обогащенный пищевой продукт, способный восполнить дефицит биологически активных веществ в современном питании.

Такие инновации не только отвечают запросам потребителей, ориентированных на профилактику алиментарнозависимых заболеваний и улучшение качества жизни, но и способствуют устойчивому развитию отрасли за счет использования возобновляемых ресурсов. В этом контексте тритерпенсодержащее сырье, в частности бетулин, выделяемый из бересты березы, представляет значительный интерес как перспективный ингредиент для создания функциональных продуктов. Его уникальные свойства открывают возможности для обогащения молочных продуктов, традиционно являющихся основой рациона населения.

Интеграция растительных компонентов в молочные продукты позволяет решить несколько стратегических задач. Во-первых, это компенсация дефицита эссенциальных веществ в современном питании, обусловленного снижением качества сырья и изменением пищевых привычек. Во-вторых, сокращение использования синтетических добавок (стабилизаторов, консервантов) за счет натуральных аналогов, что соответствует трендам «чистой этикетки» (clean label). В-третьих, создание продуктов с направленным действием – например, для регионов с экстремальными климатическими условиями или для групп риска, подверженных профессиональным заболеваниям. Применение бетулина, уже включенного в реестр биологически активных добавок, становится ключевым элементом такой стратегии. Его сочетание с пробиотическими культурами в кисломолочных напитках способствует взаимному усилению функциональных свойств, обеспечивая синергизм действия пробиотических и биологически активных компонентов.

Цель исследования – повышение эффективности переработки молока путем адаптации тритерпен-

содержащего сырья (бетулина) к условиям молочнокислого брожения и определения оптимальных технологических режимов, что позволит научно обосновать технологию нового комбинированного кисломолочного напитка с улучшенными свойствами.

МЕТОДЫ

Предмет исследования – научное обоснование параметров технологии кисломолочного напитка из натурального коровьего молока с добавлением бетулина, с наличием пробиотических микроорганизмов, без вкусо-ароматических добавок, с отличными органолептическими показателями и повышенной хранимоспособностью.

Исследования проводились на коровьем молоке, соответствующем требованиям ГОСТ 31449. В качестве тритерпенсодержащего сырья использовали экстракт бересты березы «Бетулин» по ТУ 10.89.15-003-32227225-2024 от ООО «Сады Алтая АГРО». «Бетулин» представляет собой комплекс продуктов природного происхождения, преимущественно бетулина и лупинола, а также иных биологически активных веществ, выделенных из бересты березы. Экстракт бересты предназначен для использования при производстве биологически активной добавки к пище и обогащения пищевых продуктов.

Для сквашивания использовались две лиофилизированные и концентрированные заквасочные культуры. Первая заквасочная культура – YO-428L марки «Lactoferm» (Biochems.r.l., Италия). Видовой состав закваски представлен культурами *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* и *Saccharomyces* subsp. *cerevisiae*. Данную закваску производитель рекомендует использовать в технологии мацони, тана и айрана с получением густой консистенции. Вторая заквасочная культура – LAT BY-T марки «Лактина» (Лактина, Болгария). Видовой состав закваски представлен культурами *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Производитель данную закваску рекомендует использовать в технологии питьевого йогурта с получением в меру вязкой консистенции.

Экспериментальные выработки образцов кисломолочного напитка проводились в емкостях из нержавеющей стали с проведением процесса сквашивания на водяной бане марки БВ-24 (Биомер, Россия). Активная кислотность измерялась поверенным рН-метром «Testo 206» с погрешностью $\pm 0,2$ pH, номер в Государственном реестре средств измерений РФ ФГИС АРШИН 30759-05 (компания «Testo», Германия). Физико-химические показатели напитка определялись по стандартным методикам, органолептические показатели оценивались по 10-балльной шкале в соответствии с ГОСТ 31981-2013 «Йогурты. Общие технические условия». Статистическая обработка данных проведена с помощью *Microsoft Excel* (Microsoft Corporation, США).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В соответствии с данными патента [14] бетулин вводят в количестве от $0,8 \cdot 10^{-3}$ г до $3,5 \cdot 10^{-3}$ г на 1 г жировой составляющей молока или молочного продукта. Принимая во внимание данные патента и предыдущих исследований по выбору дозы бетулина на пастеризованном цельном негомогенизированном коровьем молоке, решено использовать принятые патентом дозы в технологии комбинированного кисломолочного напитка: от $0,8 \cdot 10^{-3}$ г до $3,5 \cdot 10^{-3}$ г с шагом $1,35 \cdot 10^{-3}$ на 1 г жировой составляющей молока.

КИСЛОМОЛОЧНЫЙ НАПИТОК С ТРИТЕРПЕНСОДЕРЖАЩИМ СЫРЬЕМ

Технологический процесс получения кисломолочного напитка с бетулином предусматривает следующие операции (резервуарный способ): приемка и оценка качества сырья; подготовка сырья (очистка, охлаждение, промежуточное хранение); подогрев; внесение бетулина (в сухом виде); пастеризация и охлаждение смеси; заквашивание и сквашивание смеси; перемешивание; розлив; охлаждение.

Изучена возможность осуществления двух типов брожения – смешанного (заквасочная культура YO-428L) и молочнокислого (заквасочная культура LAT BY-T).

Физико-химические показатели молока-сырья: массовая доля жира 3,60 %; массовая доля белка 3,06 %; сухой обезжиренный молочный остаток 8,26 %; плотность 28,10 г/см³; активная кислотность 6,68 ед. pH; титруемая кислотность 17°T. В расчетах использована массовая доля жира 3,60 %, что соответствует 3,60 г жира в 100 мл исследуемого молока. Данные расчетов, необходимых для составления смеси в данном опыте, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Экспериментальные образцы с бетулином и без него

Table 1 – Experimental samples with and without betulin

Образец	Количество бетулина в %	Количество бетулина в г на 1 г жира	Количество бетулина в г на 3,60 г жира (на 100 мл)
Контроль	0	0	0
1	0,003	0,0008	0,0029
2	0,008	0,00215	0,0077
3	0,013	0,0035	0,0126

После внесения бетулина в смесь её подвергли пастеризации при температуре от 85 до 87 °С с выдержкой от 10 до 15 минут и дальнейшим охлаждением до температуры заквашивания (40–42 °С). По достижении оптимальной температуры заквашивания в смесь вносили заранее рассчитанное и подготовленное количество производственной закваски. Скваживание с периодическим перемешиванием во всех образцах продолжалось 4 часа. Далее напиток отправляли на охлаждение и хранение.

На рисунке 1 представлена динамика изменения активной кислотности экспериментальных образцов кисломолочного напитка с различной дозировкой бетулина, напиток получен при смешанном брожении с использованием закваски YO-428L. Установлено, что при увеличении дозы бетулина активная кислотность также оказывается чуть выше на каждом этапе производства (рис. 1). Таким образом, выявлено незначительное ингибирующее влияние бетулина на активность микробиологических процессов при сквашивании и хранении. При этом необходимо отметить, что микробиологический процесс сквашивания молока прошел полностью и необходимая кислотность напитка достигнута. Образцы с бетулином отличались более высокими значениями активной кислотности.

В таблице 2 приведены органолептические характеристики экспериментальных образцов кисломолочного напитка с заквасочной культурой YO-428L. Образцы с бетулином характеризуются более плотной консистенцией и более однородной текстурой, что позволяет судить о положительном влиянии растительного компонента на структуру продукта, его гомогенность и однородность. Вероятно, механизм данных изменений связан со стабилизацией жировых шариков небольших размеров в общем объеме продукта и связыванием

свободной влаги с предотвращением синерезиса.

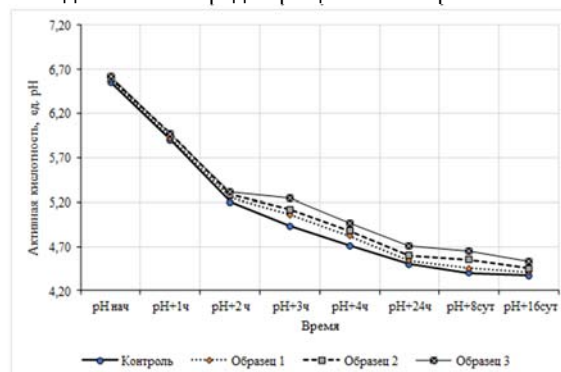


Рисунок 1 – Зависимость активной кислотности кисломолочного напитка от дозы бетулина (заквасочная культура YO-428L)

Figure 1 – Dependence of the active acidity of a fermented milk drink on the dose of betulin (starter culture YO-428L)

Таблица 2 – Органолептические показатели кисломолочного напитка с бетулином и без него (заквасочная культура YO-428L)

Доза бетулина, %	Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет
0 (контроль)	Неоднородная, жидкая, со значительным отделением сыворотки	Кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый
0,003	Более однородная, чуть плотнее, с отделением сыворотки	Чистый, кисломолочный, освежающий, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый с незначительными вкраплениями
0,008	Однородная, более плотная, с незначительным отделением сыворотки	Чистый, кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый с незначительными вкраплениями
0,013	Однородная, плотная, с незначительным отделением сыворотки	Чистый, кисломолочный, с незначительным привкусом и запахом бересты	Молочно-белый с незначительными вкраплениями

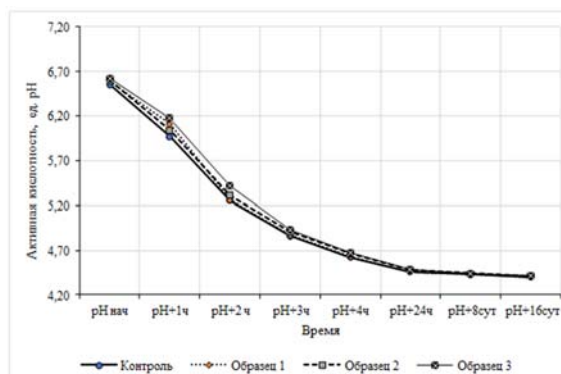


Рисунок 2 – Зависимости активной кислотности кисломолочного напитка от дозы бетулина (заквасочная культура LAT BY-T)

Figure 2 – Dependence of the active acidity of a fermented milk

drink on the dose of betulin (starter culture LAT BY-T)

На рисунке 2 представлена динамика изменения активной кислотности экспериментальных образцов кисломолочного напитка с различной дозировкой бетулина, напиток получен при молочнокислом брожении с использованием закваски LAT BY-T.

Установлено, что динамика снижения активной кислотности образцов с бетулином схожа с динамикой активной кислотности контрольного образца без бетулина (рис. 2). Незначительное расхождение показателей активной кислотности наблюдается в первые часы сквашивания с более низкими показателями активной кислотности контрольного образца. Полученный результат свидетельствует об отсутствии в данном эксперименте ингибирующего влияния бетулина на ход молочнокислого брожения, идущего с достаточным образованием молочной кислоты.

В таблице 3 приведены органолептические характеристики экспериментальных образцов кисломолочного напитка с заквасочной культурой LAT BY-T. В целом, образцы кисломолочного напитка, полученного при помощи молочнокислого брожения, характеризовались вязкой консистенцией и с увеличением дозы бетулина вязкость напитка росла. Бетулин распределяется равномерно по всей массе продукта.

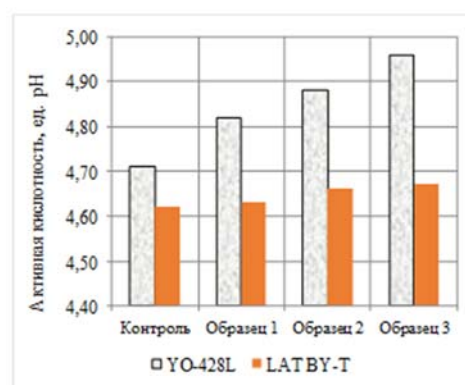
Таблица 3 – Органолептические показатели кисломолочного напитка с бетулином и без него (заквасочная культура LAT BY-T)

Table 3 – Organoleptic parameters of samples of fermented milk drink with and without betulin (starter culture LAT BY-T)

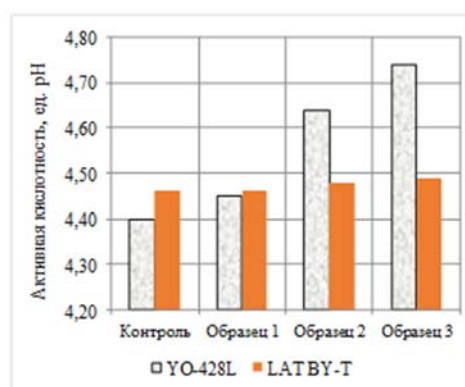
Доза бетулина, %	Внешний вид и консистенция	Вкус и запах	Цвет
0 (контроль)	Однородная, слабовязкая, с незначительным отделением сыворотки	Кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый
0,003	Однородная, в меру вязкая, с незначительным отделением сыворотки	Чистый, кисломолочный, освежающий, без посторонних привкусов и запахов	Молочно-белый с незначительными вкраплениями частичек бетулина
0,008			
0,013	Однородная, вязкая, без отделения сыворотки	Чистый, выраженный кисломолочный, с незначительным привкусом и запахом бестересты	Молочно-белый с вкраплениями частичек бетулина

На рисунке 3 приведен график зависимости активной кислотности кисломолочного напитка, полученного при помощи разных заквасок в разные периоды времени.

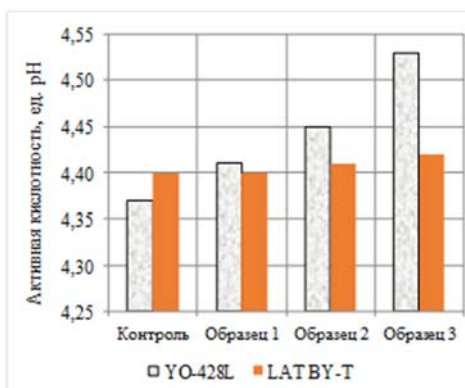
Установлено, что на конец сквашивания (pH+4 часа) кисломолочный напиток типа йогурта с закваской LAT BY-T характеризовался более низким значением pH во всех образцах по сравнению с кисломолочным напитком типа мацони с закваской YO-428L. В готовом продукте (pH+24 часа) активная кислотность в напитке с закваской LAT BY-T во всех образцах (независимо от дозы бетулина) примерно на одном уровне.



pH+4 часа



pH+24 часа



pH+16 суток

Рисунок 3 – Зависимость активной кислотности кисломолочного напитка с двумя видами заквасок в разные периоды времени

Figure 3 – Dependence of the active acidity of a fermented milk drink with two types of starter cultures in different time periods

В образцах с закваской YO-428L с повышенной дозой бетулина активная кислотность выше по сравнению с другими образцами. На конец срока хранения (pH+16 суток) кислотность напитка с закваской LAT BY-T с бетулином ниже активной кислотности напитка с закваской YO-428L с бетулином. Данный результат связан с положительным влиянием бетулина на хранимостепособность кисломолочного напитка типа йогурта с закваской LAT BY-T. Важно отметить более стабильные и приближенные результаты по активной кислот-

ности образцов с бетулином к контрольному образцу в технологии с закваской LAT BY-T. В технологии кисломолочного напитка типа мацони с закваской YO-428L данные по активной кислотности образцов с бетулином нестабильны и выше контрольного образца.

Для оценки органолептических показателей экспериментальных образцов кисломолочного напитка с различными заквасочными микроорганизмами и разной дозой бетулина проведена расширенная дегустация с участием представителей ООО «Сады Алтая Агро» (производитель «Бетулина»).

На рисунке 4 приведены данные органолептической оценки экспериментальных образцов напитка. Наибольшую суммарную оценку в баллах получили образцы с максимальной дозой бетулина, полученные при помощи закваски LAT BY-T, используемой для производства йогурта. Причем отмечена значительная разница между контрольным образцом и образцами с бетулином в данном типе напитка, что свидетельствует о значительном положительном влиянии бетулина на органолептику в напитках типа йогурт.

Образцы с закваской YO-428L с бетулином получили меньшие баллы по сравнению с образцами напитка типа йогурта с бетулином. При суммарной оценке дегустаторы высказали предположение о значительном положительном влиянии бетулина на консистенцию кисломолочного напитка, полученного при помощи разных заквасок.

Установлено, что бетулин способствует связыванию свободной влаги и упрочнению структуры кисломолочного геля в технологии кисломолочных напитков. При использовании йогуртовой закваски отмечена наиболее вязкая и плотная консистенция продукта с более чистым чуть освежающим кисломолочным вкусом, что даёт возможность сделать выбор в пользу йогуртовой закваски LAT BY-T, состав которой представлен культурами *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*.

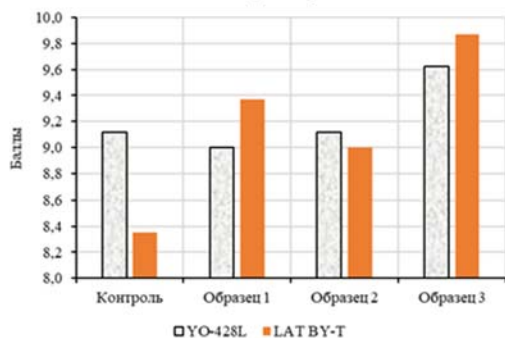


Рисунок 4 – Зависимость суммарной балльной оценки образцов кисломолочных напитков от вида закваски и дозы бетулина

Figure 4 – Graph of the dependence of the total score of experimental samples of fermented milk drinks on the type of starter culture and the dose of betulin

На основе проведенных серий экспериментов, опытных выработок и полученных данных разработана технологическая схема получения комбинированного кисломолочного напитка с этапами производства и температурно-временными режимами.

Результаты НИР использованы в двух нормативно-технических документах: СТО ФГБНУ ФАНЦА-014-2023 «Напиток обогащенный кисломолочный «Пересвет» и СТО ФГБНУ ФАНЦА-016-2024 «Напиток обогащенный кисломолочный «Радость».

Научная новизна работы заключается в получении новых знаний о свойствах бетулина в условиях молочнокислого и смешанного брожения, а также в разработке технологических решений, обеспечивающих создание продукта с улучшенными потребительскими свойствами. Практическая значимость заключается в расширении ассортимента конкурентоспособной продукции, отвечающей запросам рынка здорового питания, и снижении экологической нагрузки за счет использования вторичного растительного сырья (бересты).

Результаты работы формируют основу для дальнейших исследований в области комбинирования молочных и растительных пищевых систем, что соответствует глобальным целям устойчивого развития (ответственное потребление и производство). Так, одна из целей в области устойчивого развития, установленных ООН на период до 2030 года – SDG 12 «Обеспечение перехода к рациональным моделям потребления и производства». Интеграция бетулина в технологию кисломолочных напитков будет способствовать не только укреплению здоровья населения, но и развитию экономически эффективных и экологически безопасных производственных практик.

Полученные данные расширяют возможности использования растительного тритерпеносодержащего сырья в молочной промышленности для создания функциональных продуктов, обогащенных биологически активными веществами. Результаты работы могут быть применены для оптимизации рецептур, повышения конкурентоспособности продукции и удовлетворения растущего спроса на здоровое питание.

ВЫВОДЫ

Научно обоснована перспективность комбинирования с молоком тритерпеносодержащего сырья (бетулина) в технологии кисломолочного напитка.

Исследовано два типа брожения в технологии кисломолочного напитка. Установлено незначительное ингибирующее влияние бетулина на рост активной кислотности образцов с заквасочной микрофлорой, в состав которой входят культуры *Saccharomyces subsp. cerevisiae* (микроскопические грибы из класса сахаромикетов), способствующие спиртовому брожению. Динамика снижения активной кислотности в образцах с заквасочной микрофлорой, включающей болгарскую палочку и термофильный стрептококк, практически идентична независимо от использования бетулина. Отмечено отсутствие ингибирующего влияния бетулина на рост активной кислотности в образцах с йогуртовой закваской.

Установлено положительное влияние бетулина на органолептические характеристики образцов кисломолочного напитка с йогуртовой закваской. Растительный компонент (бетулин) способствует получению однородной вязкой консистенции без отделения сыворотки, а также формированию выраженного кисломолочного вкуса с приятным освежающим ароматом и послевкусием бересты. Образцы с закваской, в состав которой входят культуры *Saccharomyces subsp. cerevisiae*, имеют менее однородную консистенцию с наличием признаков синерезиса, менее выраженный кисломолочный вкус и послевкусие бересты.

Отмечено положительное влияние бетулина на хранимостепособность кисломолочного напитка с заквасочной микрофлорой, состоящей из культур *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. В данных образцах с бетулином

данные по активной кислотности в процессе выработки и холодильного хранения максимально приближены к данным контрольного образца.

Таким образом, подтверждено, что использование бетулина способствует получению комбинированного обогащенного напитка с отличными органолептическими показателями и повышенной хранимоспособностью.

Полученные результаты нашли практическое применение в нормативно-технической документации на кисломолочные напитки «Пересвет» и «Радость».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тёпел А. Химия и физика молока / пер. с нем. под ред. канд. техн. наук, доц. С.А. Фильчаковой. СПб. : Профессия, 2012. 832 с.
2. Тамим А.И., Робинсон Р.К. Йогурты и аналогичные кисломолочные продукты: научные основы и технологии / пер. с англ. под науч. ред. Л.А. Забодаловой. СПб. : Профессия, 2003. 664 с.
3. Мусина О.Н. Современное состояние биотехнологии комбинированных молочных продуктов (обзор). 1. Предпосылки и принципы создания комбинированных молочных продуктов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. № 3. С. 59–63.
4. Мусина О.Н. Новые молочные продукты для здорового питания // Переработка молока. 2015. № 12 (194). С. 36–41.
5. Гаврилова Н.Б., Щетинин М.П. Технология молока и молочных продуктов: традиции и инновации. М. : КолосС, 2012. 544 с.
6. Глицирризиновая кислота / Г.А. Толстиков [и др.] // Биоорганическая химия. 1997. Т. 23. № 9. С. 691–709.
7. Белякова А.Ю., Погребняк А.В., Погребняк Л.В. Физико-химические и биологические свойства компонентов внешней коры березы // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2 (часть 2). С. 492.
8. Ботаника. Энциклопедия «Все растения мира»: пер. с англ. / Под ред. Д. Григорьева и др. М. : Könemann, 2006. 1020 с.
9. Физико-химические и биологические свойства компонентов внешней коры березы // Современные проблемы науки и образования (сетевое издание). URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=22657&ysclid=I5278g2ywi580405938&utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru. (дата обращения 08.05.2025).
10. Бетулиносодержащий экстракт бересты как функциональный ингредиент для обогащения продуктов питания с целью профилактики заболеваний // Birch World. URL: <https://birchworld.ru/issledovaniya-betulina/ispolzovanie-v-pishhevoj-promyshlennosti/betulinosoderzhashhij-jekstrakt-beresty-kak-funkcionalnyj-ingredient-dlja-obogashheniya-produktov-pitanija-s-celju-profilaktiki-zabolevanij/> (дата обращения 08.05.2025).

betulina/ispolzovanie-v-pishhevoj-promyshlennosti/betulinosoderzhashhij-jekstrakt-beresty-kak-funkcionalnyj-ingredient-dlja-obogashheniya-produktov-pitanija-s-celju-profilaktiki-zabolevanij/ (дата обращения 08.05.2025).

11. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) от 28 мая 2010 г. docs.cntd.ru. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902249109>. (дата обращения 22.04.2025).

12. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ : Методические рекомендации. М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 46 с.

13. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). URL: <http://www.tsouz.ru/db/techregulation/sanmeri/Documents/Pi/shevayaCennost-1.pdf> (дата обращения 22.04.2025).

14. Патент РФ №: 2308837 A23C 3/08. Способ консервирования молока и молочных продуктов / Ткаченко Ю.А., Клабукова И.Н., Кислицын А.Н., Трофимов А.Н. Опубл. 27.10.2007.

Информация об авторах

О. Н. Мусина – д-р техн. наук, проф. кафедры технологии продуктов питания, гл. науч. сотр. ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова».

Д. А. Усатюк – науч. сотр. лаб. научно-прикладных технологических разработок «Сибирского НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА.

Н. И. Бондаренко – зав. лаб. научно-прикладных и технологических разработок «Сибирского НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА.

Information about the authors

O.N. Musina - D.Sc., Professor of the Institute for Biotechnology, Food and Chemical Engineering, Chief Researcher, Polzunov Altai State Technical University.

D.A. Usatiuk - research scientist, lab. of scientific and applied technological developments of the "Siberian Research Institute of Cheese-Making", FASCA.

N.I. Bondarenko - Head of the lab. of scientific and applied technological developments of the "Siberian Research Institute of Cheese-Making", FASCA.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 22 октября 2024; одобрена после рецензирования 24 июня 2025; принята к публикации 10 июля 2025.

The article was received by the editorial board on 22 Oct 2024; approved after editing on 24 June 2025; accepted for publication on 10 July 2025.