



Научная статья
4.3.3. – Пищевые системы (технические науки)
УДК637.3

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2026.01.009

EDN: GAXQYB

БЕТУЛИН В ТЕХНОЛОГИИ МЯГКИХ РЕМЕСЛЕННЫХ СЫРОВ

Ольга Николаевна Мусина ¹, Дарья Андреевна Усатюк ²

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

² ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий», 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>

Аннотация. В Сибирском НИИ сыроделия разработана в 2018 году нормативно-техническая документация на «Сыры ремесленные мягкие», регламентирующая производство мягких сыров в условиях фермерских хозяйств с преобладанием ручного труда. Специфика данной технологии обуславливает ограниченные сроки годности продукции. Целью новых исследований стало увеличение хранимостпособности, повышение качества и безопасности, а также расширение ассортимента мягких ремесленных сыров. Достигнуть поставленной цели предложено путем введения в технологию дополнительного растительного компонента – «Бетулина» (экстракт бересты березы), обладающего антиоксидантными, антимикробными, противогрибковыми и дезинфицирующими свойствами. В статье описаны технологические процессы производства фермерских сыров «Сливочный Страчателла», «Буррата Алтайский» и «Старый Барнаул» с использованием экстракта бересты. В технологии сыров «Сливочный Страчателла» и «Буррата Алтайский» экстракт бересты «Бетулин» рекомендовано вносить в сливки жирностью 34 % на этапе их пастеризации в дозировке не менее $3,6 \cdot 10^{-3}$ г на 1 г жира сливок. В технологии сыра «Старый Барнаул» изучены два способа внесения «Бетулина»: в горячее термокислотное зерно при формировании сырной головки и на поверхность остывшей сырной головки после самопрессования, оба способа могут быть рекомендованы к применению. Представлена динамика изменения активной кислотности экспериментальных и контрольного образцов сыра в процессе холодильного хранения, а также результаты органолептической оценки. Установлено, что данные по активной кислотности коррелируют с результатами органолептического анализа. По результатам исследований срок годности сыров «Сливочный Страчателла» и «Буррата Алтайский» увеличен с 7 до 15 суток, сыра «Старый Барнаул» – с 10 до 20 суток. Получены новые данные о совместном влиянии молочного сырья, «Бетулина» и технологических параметров на характеристики мягких ремесленных сыров. Научно обоснована перспективность применения бетулина в технологии данной группы сыров.

Ключевые слова: бетулин, мягкие ремесленные сыры, активная кислотность, органолептические показатели, технологический процесс, хранимостпособность, холодильное хранение.

Для цитирования: Мусина О. Н., Усатюк Д. А. Бетулин в технологии мягких ремесленных сыров // Ползуновский вестник. 2026. № 1, С. 58–63. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2026.01.009. EDN: <https://elibrary.ru/GAXQYB>.

Original article

BETULIN IN TECHNOLOGY OF SOFT ARTISANAL CHEESES

Olga N. Musina ¹, Daria A. Usatyuk ²

¹ Polzunov Altai State Technical University, Barnaul, Russia

² 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>

Abstract. In 2018, regulatory and technical documentation for «Artisanal Soft Cheeses» was developed at the Siberian Research Institute of Cheese Making, regulating the production of soft cheeses in farm enterprises with a prevalence of manual labor. The specifics of this technology result in limited product shelf life. The aim of the new research was to extend shelf life, enhance quality and safety, and expand the assortment of soft artisanal cheeses. Achieving this goal was proposed through the introduction of an additional plant component into the technology – the «Betulin» (birch bark extract), which possesses antioxidant, antimicrobial, antifungal, and disinfectant properties. The article describes the technological processes for producing farm cheeses «Creamy Stracatella», «Burrata Altayskaya», and «Old Barnaul» using birch bark extract. In the technology of «Creamy Stracatella» and «Burrata Altayskaya» cheeses, the «Betulin» was added to 34 % fat cream during the mixing stage with shredded mozzarella mass at a dosage of at least $3.6 \cdot 10^{-3}$ g per 1 g of cream fat. In the technology of «Old Barnaul» cheese, two methods of introducing the «Betulin» preparation were employed: into the hot thermoacid curd during cheese head formation and onto the surface of the cooled cheese

© Мусина О. Н., Усатюк Д. А., 2026

head after self-pressing. The dynamics of active acidity changes in experimental and control cheese samples during refrigerated storage are presented, along with the results of organoleptic evaluation. It was established that active acidity data correlate with the results of organoleptic analysis. Based on the research results, the shelf life of «Creamy Stracatella» and «Burrata Altayskaya» cheeses was extended from 7 to 15 days, and for «Old Barnaul» cheese from 10 to 20 days. New data were obtained on the combined effect of milk raw materials, «Betulin», and technological parameters on the characteristics of soft artisanal cheeses. The feasibility of using betulin in the technology of this group of cheeses has been scientifically substantiated.

Keywords: betulin, soft artisanal cheeses, active acidity, organoleptic indicators, technological process, shelf life, refrigerated storage.

Forcitation: Musina O.N. & Usatiuk D.A. (2026). Betulin in technology of soft artisanal cheeses. *Polzunovskiy vestnik*, (1), 58-63. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2026.01.009. EDN: <https://elibrary.ru/GAXQYB>.

ВВЕДЕНИЕ

Сыр относится к категории продуктов высокой пищевой ценности, содержащих целый комплекс питательных веществ [1]. Ассортимент сыров крайне разнообразен и классифицируется по массовой доле жира и влаги (жирные, полужирные, обезжиренные, твердые, полутвердые, мягкие), типу свертывания молока (кисломолочные, сычужные, термокислотные), наличию добавок и другим признакам, а также по способу производства (промышленные, фермерские) [2].

Фермерские (ремесленные) сыры характеризуются традиционными методами производства, часто с использованием ручного труда, и выпускаются ограниченными партиями. Ключевым отличием ремесленных сыров от промышленных (индустриальных) аналогов являются органолептические свойства: более сложный, выраженный вкус и специфическая консистенция, обусловленная отсутствием поточной механизации. Традиционно молоко-сырье для таких сыров производится в пределах собственного хозяйства.

Развитие фермерского сыроделия в России сопряжено с рядом технологических и санитарно-гигиенических рисков. В отношении выполнения технологических операций по изготовлению сыра существует достаточный объем доступной информации, а также различные курсы по сыроварению. При этом в отличие от промышленного производства, где обеспечен жесткий контроль сырья и технологических операций, в условиях фермерских хозяйств соблюдение всех норм может быть затруднено из-за недостаточной квалификации персонала или отсутствия необходимого оборудования [3]. Это повышает риск микробиологической обсемененности продукции на различных этапах технологического процесса, что негативно сказывается на безопасности и сокращает сроки хранения фермерских сыров по сравнению с промышленными аналогами.

В связи с этим актуальной задачей является разработка технологических решений, позволяющих повысить безопасность и хранимособность фермерских сыров (на примере сыров по СТО ФГБНУ ФАНЦА-005-2018 «Сыры ремесленные мягкие») без ущерба для их уникальных органолептических свойств. Перспективным направлением представляется использование натуральных консервантов и антиоксидантов растительного происхождения, таких как экстракт бересты березы «Бетулин».

Кора березы, являющаяся многотоннажным отходом лесоперерабатывающей промышленности, содержит ценные биологически активные вещества. Химический состав бересты березы включает пентациклические тритерпеноиды (бетулин, лупеол и др.), суберин, высшие жирные кислоты, полисахариды и лигнин [4–6]. Бетулин (C₃₀H₅₀O₂) – тритерпеновый спирт ряда лупана, представляющий собой порошок

от белого до кремового цвета, без запаха. Ему присущи антиоксидантные, антимикробные, эмульгирующие, противогрибковые и дезинфицирующие свойства [7]. Бетулин рекомендован Министерством здравоохранения РФ в качестве биологически активной добавки (БАД) с уровнем потребления 40–80 мг в сутки с возможностью увеличения в несколько раз [8, 9]. Продукты, обогащенные бетулином, оказывают лечебно-профилактическое действие на организм, бетулин включен в список БАД, рекомендованных для оптимизации питания и улучшения здоровья населения [10].

Интерес потребителей к обогащенным и функциональным продуктам питания и здоровому питанию в целом растет на протяжении последних десятилетий, что находит отражение как в государственной политике, так и в предложениях со стороны пищевой индустрии (корректировка ассортимента, разработка новых продуктов и др.) [11–13].

Установлено, что добавление бетулина (бетулинсодержащего экстракта) даже в незначительных количествах (менее 1 % от массы продукта) ингибирует процессы окисления, что способствует увеличению срока годности [14]. Учитывая, что сыр является жиросодержащим продуктом, склонным к окислительной порче, использование природного антиоксиданта бетулина представляется целесообразным. Кроме того, консервирующие и эмульгирующие свойства бетулина также могут положительно повлиять на качество сыров.

Цель исследований – научное обоснование параметров технологических процессов выработки мягких ремесленных сыров с добавлением экстракта бересты «Бетулин» для улучшения их качества, повышения безопасности, получения отличительных органолептических показателей и увеличения хранимособности, а также расширения ассортимента.

МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись мягкие ремесленные сыры без созревания: «Сливочный Стрателла», «Буррата Алтайский» и «Старый Барнаул», изготавливаемые из коровьего молока по СТО ФГБНУ ФАНЦА-005-2018 «Сыры ремесленные мягкие».

Основное сырье: молоко коровье, соответствующее требованиям ГОСТ 31449-2013.

В качестве функционального ингредиента использован экстракт бересты березы «Бетулин» (ТУ 10.89.15-003-32227225-2024, ООО «Сады Алтая АГРО»). «Бетулин» представляет собой комплекс веществ природного происхождения (преимущественно бетулина и лупинола, а также других биологически активных веществ, выделенных из бересты березы), предназначен для обогащения пищевых продуктов и производства биологически активной добавки к пище.

В качестве функционально необходимых ингредиентов использованы:

- регулятор кислотности глюконо-дельта-лактон (ГДЛ, Е 575) марки «Fooding Group Limited» (Китай), соответствующий требованиям технических регламентов ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 029/2012 (для сыра «Старый Барнаул»;
- закваска М (*Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*) марки LACTOFERM от компании Biochem s.r.l. (Италия);
- сухой сычужно-говяжий фермент СГ-50 производства «Московского завода сычужных ферментов» (Россия), содержащий химозин и говяжий пепсин в соотношении 50 : 50.

В качестве технологически вспомогательного средства использован кальций хлористый (Е509) по ТУ 2162-004-07623164.

Экспериментальные выработки образцов сыров проводились в полуавтоматической мини-сыроварне МСЭМ-40 NEW на 40 л (Россия).

Методы контроля:

– активная кислотность (рН) измерялась потенциометрическим методом в соответствии с ГОСТ 32892-2014 при помощи рН-метра «Testo 206» (компания «Testo», Германия), номер в Госреестре средств измерений РФ ФГИС АРШИН 30759-05;

– органолептическую оценку мягких сыров проводили согласно ГОСТ 33630-2015 по 50-балльной шкале.

Статистическая обработка данных проведена с помощью Microsoft Excel (Microsoft Corporation, США).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Стандарт СТО ФГБНУ ФАНЦА-005-2018 распространяется на мягкие сыры «Сливочный Страчателла», «Буррата Алтайский» и «Старый Барнаул». Исследования проводились методом сравнения экспериментальных образцов мягких ремесленных сыров с добавлением экстракта бересты «Бетулин» и контрольных образцов данных видов сыров (без добавки).

Технологический процесс получения сыров «Сливочный Страчателла» и «Буррата Алтайский» состоял из следующих операций:

- приемка, сортировка, контроль качества молока и подготовка его к свертыванию;
- подготовка смеси к свертыванию;
- сычужное свертывание молока, обработка сгустка и сырного зерна;
- чеддеризация сырного зерна;
- термомеханическая обработка сырной массы с формированием сырных лент;
- охлаждение сырных лент;
- приготовление сырных нитей из сырных лент (моцарелльной массы);
- приготовление сливочной смеси с экстрактом бересты «Бетулин»;
- соединение сырных нитей со сливочной смесью («Сливочный Страчателла»);
- формирование мешочков с сыром «Сливочный Страчателла» с немедленным охлаждением («Буррата Алтайский»);
- упаковка и доохлаждение сыра.

Ключевым этапом модификации технологии стало введение экстракта бересты на этапе подготовки сливок. В соответствии с технологией производства сыра «Сливочный Страчателла», полученные во время термомеханической обработки сырной массы,

сырные ленты немедленно охлаждали в воде с температурой от 8 до 10 °С, затем их разрывали на тонкие нити. К этому времени подготавливали смесь сливок 34 %-ой жирности с «Бетулином». Расчетное количество «Бетулина» вносили во время пастеризации в нормализованные 34 %-ной жирности сливки. Исследовали две дозировки «Бетулина»: $1,8 \cdot 10^{-3}$ г и $3,6 \cdot 10^{-3}$ г на 1 г жира, содержащегося в сливках. Дозировки «Бетулина» приняты с учётом результатов предыдущих экспериментов [15]. Сырные нити соединяли с охлажденной сливочной смесью, солили (2 % от массы готового продукта) и упаковывали в герметичную потребительскую упаковку.

Согласно СТО ФГБНУ ФАНЦА-005-2018, срок годности сыра «Сливочный Страчателла» (без бетулина) составляет не более 7 суток. Для оценки влияния бетулина на срок годности экспериментальные образцы сыра закладывали на холодильное хранение сроком до 20 суток.

В таблице 1 представлены схемы формирования образцов сыра «Сливочный Страчателла». Дозировки «Бетулина» рассчитаны с учетом жирности сливок и массы готового продукта.

Таблица 1 – Образцы мягкого сыра «Сливочный Страчателла» (расчет на 100 г продукта)

Table 1 – Samples of «Creamy Stracatella» soft cheese (calculated per 100 g of product)

Образец	Количество бетулина		
	в г на 1 г жира	в г на 34 г жира	в %
Контроль	0	0	0
Образец 1	0,0018	0,061	0,061
Образец 2	0,0036	0,122	0,122

На рисунке 1 представлена динамика изменения активной кислотности образцов сыра «Сливочный Страчателла» в процессе хранения (усредненные данные трех повторностей).

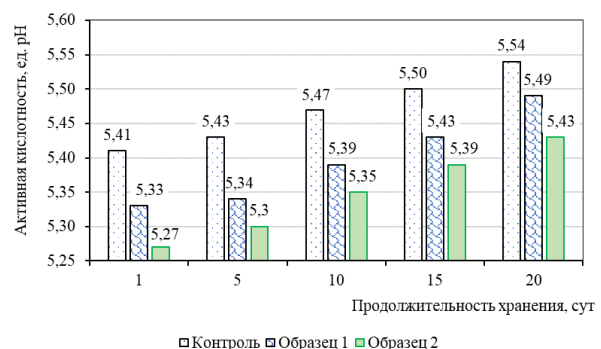


Рисунок 1 – Зависимость активной кислотности сыра «Сливочный Страчателла» от дозировки «Бетулина» и времени хранения

Figure 1 – Dependence of the active acidity of «Creamy Straciatella» cheese on the dosage of «Betulin» and storage time

Анализ данных (рисунок 1) показывает, что введение экстракта бересты «Бетулина» влияет на динамику рН в процессе хранения мягкого сыра. Контрольный образец характеризовался более высокими значениями активной кислотности на протяжении всего периода хранения. На 10-е сутки хранения в контрольном образце зафиксирован рост рН, свиде-

БЕТУЛИН В ТЕХНОЛОГИИ МЯГКИХ РЕМЕСЛЕННЫХ СЫРОВ

тельствующий о порче продукта. Образцы с «Бетулином» имели более низкие значения pH с первых суток хранения, что может указывать на положительное влияние экстракта бересты березы на активность заквасочной микрофлоры на начальном этапе (получение моцарелльной массы) и подавление посторонней микрофлоры в дальнейшем. Рост активной кислотности в опытных образцах отмечен лишь к 20-м суткам хранения.

На основе данных pH была проведена органолептическая оценка сыра «Сливочный Страчателла» на 15-е сутки холодильного хранения (таблица 2).

Таблица 2 – Органолептические показатели сыра «Сливочный Страчателла» на 15-ые сутки хранения

Table 2 – Organoleptic properties of «Creamy Stracatella» cheese after 15 days of storage

Образец	Вкус и запах	Консистенция	Цвет
Контроль	Невыраженный, слабый, нечистый, чуть окисленный	Неоднородная, незначительное выделение сыворотки, моцарелльная масса мажущаяся	Неравномерный, с выделением желтых пятен, выделившегося молочного жира
Образец 1	Чистый, сливочный, слегка кисловатый	Однородная, связная, без выделения сыворотки, моцарелльная масса слегка слоистая	От белого до кремового равномерного по всей массе
Образец 2	Чистый, сливочный, с легким привкусом бетулина (характеризуется свежестью)	Однородная, связная, пластичная, без выделения сыворотки, моцарелльная масса слоистая	От белого до кремового равномерного по всей массе

Установлено, что экстракт бересты в исследуемых количествах действительно оказывает влияние на изменение органолептических показателей мягких сыров во время холодильного хранения. Результаты (таблица 2) подтверждают, что «Бетулин» улучшает структурно-механические свойства продукта, проявляя эмульгирующую функцию. Продукт становится более связным и однородным. Предположительно, бетулин стабилизирует жировые шарики, предотвращая окисление жиров. Сдерживание развития посторонней микрофлоры при сохранении активности закваски позволило увеличить срок годности сыров «Сливочный Страчателла» и «Буррата Алтайский» с 7 до 15 суток.

Таким образом, для увеличения хранимостности сыров «Сливочный Страчателла» и «Буррата Алтайский» (начинкой которого является «Сливочный Страчателла») необходимо введение «Бетулина» в сливки 34 %-ной жирности, предназначенные для смешивания их с моцарелльной массой, на стадии их пастеризации.

Оптимальная дозировка «Бетулина» составляет не менее $3,6 \cdot 10^{-3}$ г на 1 г жира сливок (что соответствует не более 0,07 % от массы готового продукта с учетом моцарелльной массы). При данной дозировке сыр имеет оптимальные физико-химические и органолептические

показатели на протяжении всего срока годности, который составляет 15 суток. Кроме того, сыр приобретает легкий привкус и запах бересты, наилучшим образом характеризующийся термином «свежесть».

Технологический процесс получения сыра «Старый Барнаул» состоял из следующих операций:

- приемка и оценка качества сырья;
- подготовка сырья (очистка, охлаждение, промежуточное хранение);
- подогрев, сепарирование молока, нормализация;
- пастеризация смеси;
- термокислотная коагуляция с использованием водного раствора органического подкислителя ГДП;
- формование и внесение «Бетулина» (1-ый способ);
- самопрессование сыра;
- посолка сыра и нанесение «Бетулина» (2-ой способ);
- вакуумная упаковка и хранение сыра.

Технология мягкого сыра «Старый Барнаул» была модифицирована двумя способами внесения экстракта бересты: в горячее термокислотное зерно при формовании сырной головки; на поверхность остывшей после самопрессования сырной головки одновременно с посолкой сухой солью. При использовании первого способа внесения «Бетулина» посолка сыра осуществлялась в рассоле. При внесении «Бетулина» в сырное зерно его количество составило 0,07 % от массы зерна, дозировка выбрана с учетом предыдущих экспериментов [15]. При нанесении бетулина на поверхность сырной головки его количество увеличено до 0,10 % от массы сыра (с учетом потерь во время нанесения). Такие способы позволяют максимально сократить потери «Бетулина».

Срок годности контрольного образца сыра «Старый Барнаул» согласно СТО ФГБНУ ФАНЦА-005-2018 составляет не более 10 суток. Экспериментальные образцы сыров закладывали на 25 суток холодильного хранения.

На рисунке 2 представлена динамика изменения активной кислотности образцов сыра «Старый Барнаул» в процессе холодильного хранения (усредненные данные трех повторностей), где контроль – образец без бетулина, образец 1 – бетулин внутри (первый способ), образец 2 – бетулин снаружи (второй способ).

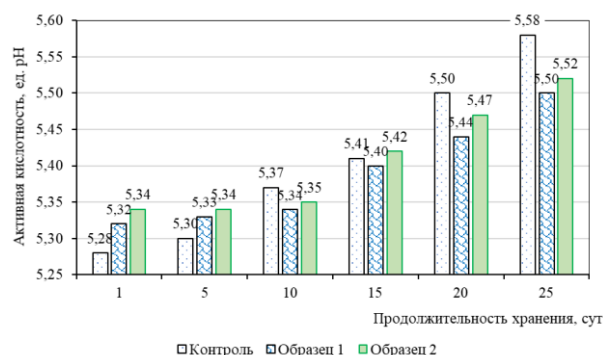


Рисунок 2 – Зависимость активной кислотности сыра «Старый Барнаул» от способа внесения «Бетулина» и времени хранения

Figure 2 – Dependence of the active acidity of «Old Barnaul» cheese on the method of «Betulin» incorporation and storage time

В контрольном образце рост активной кислотности, свидетельствующий о порче, зафиксирован уже на 15-е сутки холодильного хранения (рисунок 2). В образцах с «Бетулином» стабильность значения pH сохранялась до 25 суток. Образец с поверхностным внесением (второй способ) показал незначительно большие значения pH, что объясняется локализацией консерванта на поверхности.

Органолептическая оценка образцов мягкого сыра «Старый Барнаул» на 20-е сутки хранения представлена в таблице 3.

Данные органолептической оценки (табл. 3) коррелируют с данными по активной кислотности (рис. 2). К 20-м суткам холодильного хранения контрольный образец потерял товарные качества как по органолептическим, так и по физико-химическим показателям. Образцы с «Бетулином» сохранили высокие потребительские свойства на протяжении всего периода хранения. Поверхностное внесение «Бетулина» обеспечило более выраженный сырный вкус и чуть более плотную консистенцию.

Таблица 3 – Органолептические показатели сыра «Старый Барнаул» на 20-ые сутки хранения

Table 2 – Organoleptic properties of «Old Barnaul» cheese after 20 days of storage

Образец	Вкус и запах	Консистенция	Цвет
Контроль	Нечистый, чуть щиплющий	Однородная, мажущаяся	От белого до кремового равномерного по всей массе
Образец 1	Чистый, сырный, с привкусом бетулина (свежесть)	Однородная, вязкая, пластичная	Неравномерный, с включением частиц бетулина (коричневые оттенки)
Образец 2	Чистый, выраженный сырный, привкусом бетулина (свежесть)	Однородная, вязкая, пластичная, чуть плотная	От белого до кремового равномерного по всей массе на срезе и с неравномерным распределением частиц бетулина (коричневые оттенки) на поверхности

Таким образом, «Бетулин» способствовал увеличению срока годности мягкого сыра «Старый Барнаул» с 10-ти до 20-ти суток с сохранением отличных органолептических показателей, придав продукту дополнительный привкус бересты (свежести).

В технологии рассматриваемых в данной работе мягких ремесленных сыров бетулина вносится около 0,07 %. Из этого следует, что в 100 г сыра содержится 0,07 г или 70 мг экстракта бересты «Бетулин». Таким образом, при употреблении 100 г любого вида сыра поступление бетулина в организм составит 70 мг, что соответствует установленным нормативам.

На основе проведенных серий экспериментов, опытных выработок и полученных данных предложены технологические схемы получения мягких ремесленных сыров с добавлением «Бетулина», разработаны и утверждены соответствующие изменения в СТО ФГБНУ ФАНЦА-005-2018.

Алтайский край имеет 120-летний опыт сыродо-

ления, обладает уникальными природно-климатическими особенностями, а также богатыми культурно-историческими традициями, которые позволяют создавать неповторимые региональные продукты [16]. Молочная продукция с добавлением экстракта бересты березы «Бетулин» обладает большим коммерческим потенциалом за счет эксклюзивности, новизны, оригинальности вкуса и лечебно-профилактических свойств. Таким образом, в перспективе возможно создание нового бренда сыров с бетулином, что в дальнейшем может трансформироваться в бренд территории и способствовать развитию экономики региона.

Научная новизна работы заключается в получении новых знаний о влиянии «Бетулина» на характеристики мягких ремесленных сыров. Практическая значимость заключается в расширении ассортимента фермерской продукции, отличающейся оригинальными вкусовыми свойствами и повышенной хранимостью.

Научная и практическая значимость работы выходит за рамки изученных образцов. Полученные результаты не только решают поставленные в работе задачи, но и открывают новые горизонты для дальнейших исследований и практической реализации.

Представляет интерес изучение возможности создания линейки сыров с различной концентрацией бетулина, что позволит удовлетворять запросы разных групп потребителей: от продуктов с мягким профилактическим действием до продуктов с выраженным функциональным эффектом.

Полученные данные о положительном влиянии бетулина на хранимость и органолептические свойства мягких сыров открывают перспективы для его применения в технологии других групп сыров, в том числе полутвердых, твердых и рассольных, а также сыров с плесенью. В каждом конкретном случае потребуются адаптация дозировок и способов внесения препарата с учетом особенностей микрофлоры и технологии.

Успешный опыт применения бетулина в качестве натурального консерванта и эмульгатора в сыроделии может быть экстраполирован на другие жиродержащие молочные продукты, такие как сливочное масло, сливки, кисломолочные напитки и десерты. Это позволит решать общую для отрасли проблему продления сроков годности без использования синтетических добавок.

Перспективным направлением является изучение комбинированного действия бетулина с другими натуральными антиоксидантами и консервантами (например, экстрактами трав, эфирными маслами, токоферолами). Это позволит не только усилить консервирующий эффект, но и создавать продукты с заданными органолептическими и функциональными свойствами.

Использование бетулина, получаемого из многоотходного отхода лесной промышленности (бересты), полностью соответствует принципам «зеленой» химии и циркулярной экономики (экономика замкнутого цикла). Масштабирование технологии позволит решать не только продовольственные задачи, но и задачи рационального природопользования и импортозамещения пищевых ингредиентов.

ВЫВОДЫ

Получены новые научные данные о совместном влиянии молочного сырья, экстракта бересты березы «Бетулина» и технологических параметров на каче-

ство мягких ремесленных сыров («Сливочный Стрчателла», «Буррата Алтайский» и «Старый Барнаул» по СТО ФГБНУ ФАНЦА-005-2018).

Добавление экстракта бересты березы «Бетулина» позволяет получить мягкие ремесленные сыры с отличными органолептическими показателями и увеличенной хранимоспособностью. Срок годности сыров «Сливочный Стрчателла» и «Буррата Алтайский» увеличен с 7 до 15 суток, сыра «Старый Барнаул» – с 10 до 20 суток. Разработаны и утверждены изменения в СТО ФГБНУ ФАНЦА-005-2018, регламентирующие порядок включения бетулина в технологию мягких ремесленных сыров.

Предложены новые технологические решения в производстве мягких ремесленных сыров: обосновано совмещение молочного сырья, сырного зерна и/или готового продукта с «Бетулином», подобран оптимальный момент внесения и дозировка «Бетулина» для получения отличных показателей вкуса и качества мягких ремесленных сыров. Оптимальные режимы внесения «Бетулина»: для сыров типа стрчателла и буррата – в сливки на этапе пастеризации (не менее $3,6 \cdot 10^{-3}$ г на 1 г жира); для термокислотных сыров – в зерно или на поверхность (0,07–0,10 % от массы).

Продукты обогащены биологически активными веществами: содержание бетулина в 100 г мягкого ремесленного сыра «Сливочный Стрчателла», «Буррата Алтайский» или «Старый Барнаул» составляет около 70 мг, что соответствует рекомендации Минздрава РФ (40–80 мг/сутки, причем существуют клинико-биологические предпосылки для повышения этого уровня).

Внедрение предлагаемой технологии мягких ремесленных сыров, обогащенных бетулином, может способствовать созданию регионального бренда продукции с уникальными потребительскими свойствами, что имеет значительный экономический потенциал для Алтайского края.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / А.В. Гудков ; под ред. С.А. Гудкова. М. : ДеЛи принт, 2003. 800 с.
2. Рыбалова Т.И. Фермерские сыры: недооцененный в России бизнес // Сыроделие и маслоделие. 2015. № 1. С. 12–15.
3. Райчева Е.Ю. Международная академия сыра для сыроделов-фермеров // Сыроделие и маслоделие. 2016. № 3. С. 26–28.
4. Кузнецов Б.Н., Левданский В.А., Кузнецова С.А. Химические продукты из древесной коры. Красноярск : Сиб. федер. ун-т. 2012. 260 с.
5. Ведерников Д.Н., Шабанова Н.Ю., Роцин В.И. Изменение химического состава корки и луба березы повислой *Betula pendula* Roth. (Betulaceae) по высоте дерева // Химия растительного сырья. 2010. № 2. С. 43–48.
6. Mirandal [et al.]. Fractioning and chemical characterization of barks of *Betula pendula* and *Eucalyptus globules* // Industrial Crops and Products. 2013. Т. 41. Р. 299–305.
7. Патент РФ №: 2308837 А23С 3/08. Способ кон-

сервирования молока и молочных продуктов / Ткаченко Ю.А., Клабукова И.Н., Кислицын А.Н., Трофимов А.Н. ; опубл. 27.10.2007.

8. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) от 28 мая 2010. docs.cntd.ru. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902249109> (дата обращения 20.01.2026).

9. Аверьянова Е.В., Школьникова М.Н. Повышение эффективности бетулинсодержащих пищевых ингредиентов из бересты березы повислой (*Betula pendula* Roth.) в составе пищевых систем // Химия растительного сырья. 2022. № 4. С. 333–341.

10. Единый реестр свидетельств о государственной регистрации. URL: https://portal.eaeunion.org/sites/odata/_layouts/15/portal.eec.registry.ui/directoryform.aspx?viewid=71dddb50-5130-494e-a09a-303f7e132806&listid=0e3ead06-5475-466a-a340-6f69c01b5687&itemid=231#=Бетулин (дата обращения 20.01.2026).

11. Мусина О.Н. Новые молочные продукты для здорового питания // Переработка молока. 2016. № 1(195). С. 32–35.

12. Современные технологические процессы пищевых производств / В.Н. Андреев, И.А. Бакин, Д.М. Бородулин [и др.]. Москва : Российский государственный аграрный университет, 2025. 130 с. ISBN 978-5-9675-2070-9.

13. 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.

14. Изменения элементов микроstructures масла сливочного с антиоксидантным комплексом в процессе хранения / А.О. Куприна, А.В. Мамаев, А.П. Симоненкова [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 1 (36). С. 41–47.

15. Мусина О.Н., Усатюк Д.А., Бондаренко Н.И. Бетулин – перспективный ингредиент для молочной промышленности // Ползуновский вестник. 2025. № 2. С. 121–126.

16. Регионы-лидеры сыроделия: создание собственных сырных брендов и их трансформация в бренды территорий / Н.М. Сурай, А.Л. Таточенко, А.А. Терехова [и др.] // Сыроделие и маслоделие. 2024. № 1. С. 10–25.

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.

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.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 07 октября 2025; одобрена после рецензирования 24 февраля 2026; принята к публикации 16 марта 2026.

The article was received by the editorial board on 07 Oct 2025; approved after editing on 24 Feb 2026; accepted for publication on 16 Mart 2026.