

<https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-3-2594>
<https://elibrary.ru/BJRUER>

Краткое сообщение
<https://fptt.ru>

Применение штаммов лактобактерий с заданными технологическими свойствами в биотехнологии кисломолочного масла



А. М. Хозиев^{1,*}, И. А. Евдокимов², Б. Г. Цугкиев¹,
О. К. Гогаев¹, Р. Г. Кабисов¹, А. Ч. Гагиева¹, С. А. Гревцова¹

¹ Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия

² Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия

Поступила в редакцию: 12.03.2025

Принята после рецензирования: 25.04.2025

Принята к публикации: 06.05.2025

*А. М. Хозиев: hoziev_alan@mail.ru,

<https://orcid.org/0000-0002-5847-5223>

И. А. Евдокимов: <https://orcid.org/0000-0002-5396-1548>

Б. Г. Цугкиев: <https://orcid.org/0000-0003-1050-6606>

О. К. Гогаев: <https://orcid.org/0000-0001-7059-9694>

Р. Г. Кабисов: <https://orcid.org/0000-0003-3053-6204>

А. Ч. Гагиева: <https://orcid.org/0000-0002-0566-7854>

С. А. Гревцова: <https://orcid.org/0000-0001-6967-0246>

© А. М. Хозиев, И. А. Евдокимов, Б. Г. Цугкиев, О. К. Гогаев,
Р. Г. Кабисов, А. Ч. Гагиева, С. А. Гревцова, 2025



Аннотация.

Обогащение молочной продукции новыми штаммами пробиотических лактобактерий является актуальной задачей при проведении исследований и производстве. Цель данной работы – изучение возможности использования штаммов лактобактерий селекции научно-исследовательского института биотехнологии Горского государственного аграрного университета *Lactobacillus plantarum* и *Enterococcus hirae* для приготовления кисломолочного масла.

Объектами исследования послужили культуры штаммов лактобактерий селекции НИИ биотехнологии Горского ГАУ (Владикавказ, Россия) *L. plantarum* и *E. hirae*, симбиотическая закваска на их основе, сливки из коровьего молока и кисломолочное масло. Оценку показателей качества проводили с использованием анализатора молока «Клевер», а также с применением стандартных методов: для сливок (физико-химические показатели), для лактобактерий (определение скорости створообразования, кислотности) и для масла (органолептические, физико-химические и микробиологические показатели).

Изучены органолептические и физико-химические свойства сливок, а также скорость образования сгустка и повышение кислотности сквашиваемых сливок при культивировании *L. plantarum* и *E. hirae*. Исследованы физико-химические показатели кисломолочного масла. Симбиотическая закваска *L. plantarum* и *E. hirae* в соотношении 1:1 образовывала сгусток при кислотности 68,00 °Т за 6 ч ферментации, *L. plantarum* – за 6 ч при кислотности 56,00 °Т, а *E. hirae* – за 7 ч при кислотности 65,00 °Т. Предельная кислотообразующая способность *L. plantarum* составила 323 °Т через 6 суток инкубирования, *E. hirae* – 170 °Т за 5 суток, а у симбиотической культуры – 220 °Т за 4 суток. Технология производства кисломолочного масла включала пастеризацию, охлаждение, нагрев, внесение закваски (*L. plantarum* и *E. hirae*), сбивание, обработку масляного зерна и придание формы. Кисломолочное масло, изготовленное с использованием симбиотической закваски, содержало 25,2 % влаги, 71,4 % жира при калорийности 665,0 ккал. Определение товарных свойств показало, что масло имело желтый цвет, плотную консистенцию, блестящую поверхность и выраженный кисломолочный вкус и запах.

Образцы кисломолочного масла обладали высокими органолептическими показателями, что позволяет рекомендовать соответствующим предприятиям производить данный продукт с использованием штаммов микроорганизмов *L. plantarum* и *E. hirae* в соотношении 1:1.

Ключевые слова. Лактобактерии, кисломолочное масло, молочнокислые микроорганизмы, закваска, штаммы, симбиотическая культура

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-26-00264, <https://rscf.ru/project/25-26-00264/>

Для цитирования: Хозиев А. М., Евдокимов И. А., Цугкиев Б. Г., Гогаев О. К., Кабисов Р. Г. и др. Применение штаммов лактобактерий с заданными технологическими свойствами в биотехнологии кисломолочного масла. Техника и технология пищевых производств. 2025. Т. 55. № 3. С. 552–557. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-3-2594>

Lactobacilli Strains with Targeted Technological Properties in Sour-Cream Butter Biotechnology

Alan M. Khoziev^{1,*}, Ivan A. Evdokimov², Boris G. Tsugkiev¹,
Oleg K. Gogaev¹, Ruslan G. Kabisov¹, Larisa Ch. Gagieva¹,
Svetlana A. Grevtsova¹



¹ Gorsky State Agrarian University^{ROR}, Vladikavkaz, Russia

² North-Caucasus Federal University^{ROR}, Stavropol, Russia

Received: 12.03.2025

Revised: 25.04.2025

Accepted: 06.05.2025

*Alan M. Khoziev: hoziev_alan@mail.ru,

<https://orcid.org/0000-0002-5847-5223>

Ivan A. Evdokimov: <https://orcid.org/0000-0002-5396-1548>

Boris G. Tsugkiev: <https://orcid.org/0000-0003-1050-6606>

Oleg K. Gogaev: <https://orcid.org/0000-0001-7059-9694>

Ruslan G. Kabisov: <https://orcid.org/0000-0003-3053-6204>

Larisa Ch. Gagieva: <https://orcid.org/0000-0002-0566-7854>

Svetlana A. Grevtsova: <https://orcid.org/0000-0001-6967-0246>

© A.M. Khoziev, I.A. Evdokimov, B.G. Tsugkiev, O.K. Gogaev, R.G. Kabisov,
L.Ch. Gagieva, S.A. Grevtsova, 2025



Abstract.

Dairy products can be fortified with new valuable strains of probiotic lactobacilli. This research tested two new lactobacilli strains for prospects in sour-cream butter production.

The lactobacilli strains of *Lactobacillus plantarum* and *Enterococcus hirae* were selected at the Research Institute of Biotechnology, Gorsky State Agrarian University. The study also involved a symbiotic starter based on these strains, cow's milk cream, and sour-cream butter. The quality indicators were assessed using a Klever milk analyzer and a set of standard methods: physicochemical indicators for the cream, clot formation rate and pH for the lactobacilli, and sensory, physicochemical, and microbiological indicators for the butter.

The study revealed the sensory and physicochemical profile of the cream, the curdling rate and the pH rate of the sour-cream during cultivation, and the physicochemical parameters of the resulting sour-cream butter. It took the symbiotic starter of *L. plantarum* and *E. hirae* (1:1) 6 h to curd at an acidity of 68.00 °T; *L. plantarum* curded in 6 h at 56.00 °T; *E. hirae* curded in 7 h at 65.00 °T. The maximal acid-forming capacity of *L. plantarum* was 323 °T (6 days of incubation), that of *E. hirae* was 170 °T (5 days), and that of the symbiotic culture was 220 °T (4 days). The technology of producing sour-cream butter included pasteurization, cooling, heating, adding starter (*L. plantarum* and *E. hirae*), churning, processing butter granules, and shaping. The sour-cream butter sample produced with the symbiotic starter contained 25.2% moisture and 71.4% fat; it had a caloric value of 665.0 kcal. It was yellow, dense, and shiny, with a characteristic sour-cream taste and smell.

The experimental sour-cream butter demonstrated excellent sensory indicators and could be recommend for industrial production with strains of *L. plantarum* and *E. hirae* in a ratio of 1:1.

Keywords. Lactobacilli, cultured butter, lactic acid microorganisms, starter culture, strains, symbiotic culture

Funding. The research was carried out at the expense of a grant of Russian Science Foundation No. 25-26-00264, <https://rscf.ru/project/25-26-00264>

For citation: Khoziev AM, Evdokimov IA, Tsugkiev BG, Gogaev OK, Kabisov RG, *et al.* Lactobacilli Strains with Targeted Technological Properties in Sour-Cream Butter Biotechnology. Food Processing: Techniques and Technology. 2025;55(3):552–557. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-3-2594>

Введение

Сохранение и развитие российского производства кисломолочной продукции в условиях санкционного давления является важной задачей. Кисломолочные продукты, производимые на основе заквасок из молочнокислых бактерий, формируют быстрорастущий сегмент

молочной промышленности – производство пробиотических продуктов [1]. Применение штаммов лактобактерий местной селекции позволяет получать продукцию с заданными функциональными свойствами в соответствии с требованиями стандартов [2–4]. Также актуальным является применение данных штаммов

лактобактерий при производстве ценных пищевых и лечебных кисломолочных продуктов. В исследовании О. Д. Сидоренко с соавторами [5] изучены ценозы национальных кисломолочных продуктов и отдельных видов лактобактерий, способных укреплять иммунитет и служить заменой антибиотикам. В работе Е. В. Ивановой [6] рассмотрены способы получения кисломолочного масла, используемые закваски, а также физико-химические и органолептические показатели масла (непосредственно после выработки и в процессе хранения).

Кисломолочное масло, получаемое из пастеризованных сливок с закваской, приобретает характерный вкус и запах благодаря молочной кислоте и ароматическим веществам, образующимся в процессе биохимического созревания сливок под воздействием микрофлоры [7].

В исследовании [8] описаны различия методов маслообразования, определяющие аппаратное оформление технологического процесса, состав и свойства вырабатываемого масла. В качестве варианта реализации технологии производства сливочного масла предлагается использование комплексных линий, включающих маслоизготовители непрерывного действия для сбивания, посолки и обработки масла в потоке [9]. При этом длительность процессов сбивания сливок и обработки масляного зерна значительно сокращаются. Отмечается, что поточный двухстадийный способ физического созревания сливок влияет на свойства и качество сливочного масла [10].

Важную роль играют технологические факторы, обеспечивающие качество и хранимоспособность масла [11], а также увеличение сроков годности сливочного масла за счет применения инновационного оборудования [12]. Большое внимание исследователи уделяют влиянию вида упаковки на качество и хранимоспособность сливочного масла [13].

Значимым технологическим инструментом при получении высококачественных молочных продуктов, а также при производстве паст, намазок и сливочного масла являются закваски [14–18]. Практический интерес представляют исследования по применению штаммов *Lactobacillus acidophilus* в качестве пробиотической закваски при изготовлении кисломолочного масла при помощи поточного маслообразователя скребкового типа [19]. Благодаря закрытому потоку риск инокуляции условно-патогенными микроорганизмами кисломолочного масла, полученного на данном оборудовании, в 102 раз ниже, чем при использовании других типов промышленных маслообразователей.

И. В. Ганиной с соавторами [20] изучено влияние закваски, содержащей штаммы-продуценты антиоксидантного фермента супероксиддисмутазы, на показатели качества кисломолочного масла. Результаты указывают на целесообразность применения новой закваски в технологии кисломолочного масла для повышения стабильности качества при хранении.

Целью данной работы являлось изучение возможности использования штаммов лактобактерий селекции

научно-исследовательского института биотехнологии Горского государственного аграрного университета *Lactobacillus plantarum* и *Enterococcus hirae* для приготовления кисломолочного масла.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования послужили чистые культуры штаммов лактобактерий селекции научно-исследовательского института биотехнологии Горского государственного аграрного университета (Владикавказ, Россия) *Lactobacillus plantarum* и *Enterococcus hirae*, их симбиотическая закваска на обезжиренном молоке в соотношении 1:1, сливки из коровьего молока, а также образцы кисломолочного масла, изготовленного с использованием анализируемых штаммов лактобактерий. Созревание сливок происходило в течение 10 ч при температуре 7 ± 2 °С, сбивание – 45 мин при 15 ± 1 °С.

Работа проводилась в несколько этапов:

- подготовка и оценка качества сливок;
- изучение технологических свойств молочнокислых микроорганизмов *L. plantarum* и *E. hirae*;
- разработка технологии производства кисломолочного масла с применением штаммов лактобактерий селекции Горского ГАУ;
- определение товарных свойств полученного масла с использованием штаммов (*L. plantarum* и *E. hirae*).

Для определения качественных и количественных характеристик сливок в исследовании применяли анализатор молока «Клевер» и общепринятые методики, соответствующие ГОСТ 34355-2017. Оценивали следующие физико-химические показатели: температура (ГОСТ 3622-84), титруемая кислотность (ГОСТ 3624-92), массовая доля жира (ГОСТ 5867-90), содержание сухих веществ (ГОСТ Р 54668-2011), массовая доля белка (ГОСТ 23327-98). Также определяли органолептические показатели (ГОСТ 32261-2013), эффективность пастеризации сливок-сырью (ГОСТ 3623-2015) и обсемененность кишечной палочкой (ГОСТ 32901-2014). При изучении технологических свойств *L. plantarum* и *E. hirae* определяли: скорость образования сгустка, почасовое накопление кислоты, предельную кислотообразующую способность.

Анализ образцов кисломолочного масла проводили согласно установленным стандартам: органолептические показатели по ГОСТ 32261-2013, определение содержания жира по ГОСТ 5867-90, титруемой кислотности плазмы по ГОСТ 3624-92, массовой доли белка по ГОСТ 25179-2014, сухого обезжиренного молочного остатка по ГОСТ 54668-2011, содержания влаги по ГОСТ 3626-73, микробиологических показателей по ГОСТ 32901-2014.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе, для контроля соответствия сырья требованиям технологии, определены качественные показатели сырья (сливок) для приготовления масла (табл. 1).

Таблица 1. Органолептические и физико-химические показатели сливок

Table 1. Sensory profile of cream

Показатель	Характеристика
Органолептические свойства	
Внешний вид	Однородная непрозрачная жидкость, с незначительным отстоем жира, исчезающем при перемешивании
Консистенция	Однородная, в меру вязкая. Без хлопьев белка и сбившихся комочков жира
Вкус и запах	Слегка сладковатый, чистый, без посторонних привкусов и запахов
Цвет	Белый, с кремовым оттенком, равномерный по всей массе
Физико-химические показатели	
Сухие вещества, %	38,50
Массовая доля белка, %	2,50
Массовая доля жира, %	36,00
Сухой обезжиренный молочный остаток, %	3,80
Влага, %	61,20
Титруемая кислотность, °Т	16,00
Плотность, г/см ³	1,016
Бактериальная обсемененность, класс	I

Таблица 2. Почасовое повышение кислотности, °Т, и время образования сгустка

Table 2. Curdling rate and pH increase (by hour), °Т

Штамм	Продолжительность инкубирования, ч						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Lactobacillus plantarum</i>	28,00 ± 0,20	30,00 ± 1,50	32,00 ± 1,40	35,00 ± 1,00	45,00 ± 0,20	56,00 ± 0,20 (сгусток)	–
<i>Enterococcus hirae</i>	21,00 ± 0,10	23,00 ± 0,20	34,00 ± 0,40	38,00 ± 0,41	48,00 ± 0,30	61,00 ± 0,15	65,00 ± 0,10 (сгусток)
<i>Lactobacillus plantarum</i> + <i>Enterococcus hirae</i>	27,00 ± 0,20	29,00 ± 0,20	40,00 ± 0,30	43,00 ± 0,30	52,00 ± 0,20	68,00 ± 0,20 (сгусток)	–

Органолептическая оценка сливок показала их соответствие требованиям ГОСТ 34355-2017 «Сливки сырые. Технические условия», что подтвердило пригодность сырья для дальнейшей работы. В результате технологической обработки сливки имели отличное от молока соотношение составных частей, которое зависело от ряда факторов и влияло на их физико-химические свойства (табл. 1). Кислотность сливок составила 16,00 °Т, что свидетельствовало о свежести и их пригодности для приготовления масла.

Следующим этапом работы стало изучение технологических свойств используемых молочнокислых микроорганизмов, поскольку эти свойства напрямую влияют на качество и характеристики конечного продукта. В рамках этого этапа определяли почасовую динамику кислотообразования и предельную кислотообразующую способность штаммов лактобактерий *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus hirae* и их смеси в соотношении 1:1. Об эффективности развития лактобактерий судят по ферментативной активности или накоплению кислоты за определенный промежуток времени. Данное свойство продуцентов является важным для интенсификации процесса производства. Результаты исследований интенсивности кислотообразова-

ния штаммами лактобактерий селекции НИИ биотехнологии представлены в таблице 2.

Из анализа данных, приведенных в таблице 2, следует, что смешанная культура лактобактерий образовала сгусток за 6 ч ферментации при кислотности 68,00 °Т. Штамм *L. plantarum* достиг аналогичного результата за то же время, но при кислотности 56,00 °Т, а *E. hirae* образовал сгусток на 1 ч позже при кислотности 65,00 °Т. Для более полной характеристики их технологических свойств далее была определена предельная кислотность, достигаемая при сквашивании сливок (табл. 3).

В процессе приготовления масла использовали симбиотическую закваску из молочнокислых микроорганизмов: *L. plantarum* и *E. hirae*, которая состояла из чистых культур молочнокислых микроорганизмов в соотношении 1:1 и имеет плотный ровный (без разрывов) сгусток, выраженный чистый кисло-молочный аромат.

Процесс разработки технологии производства кисломолочного масла с применением штаммов лактобактерий местной селекции включал следующие этапы: пастеризация сливок (90 °С, без выдержки), охлаждение (10 °С, выдержка 2 ч), постепенный нагрев

Таблица 3. Предельная кислотность сквашенных сливок при культивировании молочнокислых микроорганизмов, °Т

Table 3. Maximal acidity of sour cream during cultivation of lactic acid microorganisms, °T

Штамм	Продолжительность инкубирования, сутки						
	1	2	3	4	5	6	7
<i>Lactobacillus plantarum</i>	144	225	250	264	300	323	319
<i>Enterococcus hirae</i>	112	135	141	150	170	161	–
<i>Lactobacillus plantarum</i> + <i>Enterococcus hirae</i>	140	161	200	220	215	–	–

Таблица 4. Физико-химические показатели кисломолочного масла

Table 4. Physicochemical profile of sour-cream butter

Показатель	Результат
Массовая доля жира, %	71,40 ± 0,20
Массовая доля влаги, %	25,20 ± 0,10
Массовая доля белка, %	2,40 ± 0,20
Сухой обезжиренный молочный остаток, %	1,00 ± 0,20
Титруемая кислотность молочной плазмы, °Т	61,00 ± 0,30
Калорийность, ккал	665,00 ± 0,60
Обсемененность бактериями группы кишечной палочки, в 0,01 г масла	–

(до 20 °С), внесение закваски (*L. plantarum* и *E. hirae*, 5 % от массы сливок), сбивание (45 мин), слив пахты, обработка масляного зерна и придание товарной формы.

На завершающем этапе работы проведено определение товарных свойств полученного кисломолочного масла с использованием штаммов *L. plantarum* и *E. hirae*. Исследование органолептических свойств показало, что масло имело желтый цвет, плотную консистенцию, блестящую поверхность на срезе и выраженный кисломолочный вкус и запах. Физико-химические показатели масла представлены в таблице 4.

Выводы

В рамках данной работы, включавшей оценку качества сливок, изучение технологических свойств *Lactobacillus plantarum* и *Enterococcus hirae*, разработку технологии производства кисломолочного масла и определение товарных свойств, получены следующие результаты: по органолептическим и физико-химическим показателям сливки, используемые в экспериментальных выработках, соответствовали требованиям качества к данному виду сырья. Смешанная культура лактобактерий *L. plantarum* и *E. hirae* образовывала сгусток при достижении титруемой кислотности 68,00 °Т за 6 ч ферментации. Аналогичное время образования сгустка при использовании штамма *L. plantarum* установлено по достижению титруемой кислотности 56,00 °Т. Штамм *E. hirae* образовывал сгусток при 65,00 °Т за 7 ч. Образцы кисломолочного масла обладали высокими органолептическими показателями, что позволяет рекомендовать соответствующим предприятиям производить данный продукт с использованием штаммов микроорганизмов *L. plantarum* и *E. hirae* в соотношении 1:1.

Критерии авторства

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии потенциальных конфликтов интересов в отношении исследования, авторства и / или публикации данной статьи.

Contribution

The authors contributed equally to this research and bear equal responsibility for any potential cases of plagiarism.

Conflict of interest

The authors declared no potential conflict of interest regarding the research, authorship, and / or publication of this article.

Список литературы / References

1. Карычева О. В. Новые культуры для кисломолочных продуктов в ассортименте компании «Христиан Хансен». Молочная промышленность. 2007. № 11. С. 28–30. [Karycheva OV. New cultures for the fermented milk products in the variety range of the “Chr. Hansen” company. Dairy Industry. 2007;(11):28–30. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/ICDTGV>
2. Кабисов Р. Г., Рамонова Э. В., Рехвиашвили Э. И., Петрукович А. Г., Хозиев А. М. Лактобактерии селекции горского ГАУ в составе закваски для производства сметаны «Лакомка» из топленых сливок. Известия Горского государственного аграрного университета. 2020. Т. 57. № 1. С. 141–146. [Kabisov RG, Ramonova EV, Rekhviashvili EI, Petrukovich AG, Khoziev AM. Lactobacteria of Gorsky SAU selection as a part of starter to produce sour cream "Lakomka" from clotted cream. News of the Gorsky State Agrarian University. 2020;57(1):141–146. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/YDRANF>
3. Цугкиев Б. Г., Рамонова Э. В., Соловьева Ю. В., Хозиев А. М., Кабисов Р. Г. и др. Штамм лактобактерий *Lactobacillus plantarum* – продуцент молочной кислоты, антибиотических веществ и компонент закваски для производства кисломолочных продуктов: пат. 2704857 Рос. Федерация. №2018139600; заявл. 11.08.2018; опубл. 31.10.2019. Бюл. № 31. [Tslugkiev BG, Ramonova EV, Soloveva YuV, Khoziev AM, Kabisov RG, et al. Strain of lactobacilli *Lactobacillus plantarum* – producer of lactic acid, antibiotic substances and starter component for production of fermented milk products. Russia patent RU 2704857. 2019.] <https://elibrary.ru/ICMSFY>

4. Цугкиев Б. Г., Рамонова Э. В., Цугкиева И. Б., Соловьева Ю. В., Хозиев А. М. и др. Штамм лактобактерий *Enterococcus hirae* – продуцент молочной кислоты и антибиотических веществ и компонент закваски для производства пробиотических напитков: пат. 2705270 Рос. Федерация. №2018139696, заявл. 11.08.2018; опубл. 11.06.2019. Бюл. № 31. [Tsugkiev BG, Ramonova EV, Tsugkieva IB, Soloveva YuV, Khoziev AM, et al. *Enterococcus hirae* lactobacillus strain – producer of lactic acid and antibiotic substances and starter component for production of probiotic beverages. Russia patent RU 2705270. 2019.] <https://elibrary.ru/AMIVXD>
5. Сидоренко О. Д., Жукова Е. В., Пастух О. Н. Биологическая активность лактобактерий природных заквасок. Успехи современной науки. 2017. Т. 2. № 10. С. 34–37. [Sidorenko OD, Zhukova EV, Pastuh ON. The biological activity of the natural lactic acid bacteria starter cultures. *Modern Science Success*. 2017;2(10):34–37. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/ZELBDP>
6. Иванова Е. В. Использование заквасок при производстве кисло-сливочного масла. Цифровые технологии – основа современного развития АПК: Смоленск, 10 ноября 2020 года. Сборник материалов Междунар. науч. конф. Смоленск, 2020. Т. 1. С. 44–49. [Ivanova EV. Starters in sour-cream butter production. Digital technologies for modern agro-industrial development: Smolensk, November 10, 2020. Intern. Sci. Conf. Smolensk, 2020;1:44–49. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/YXCORO>
7. Вышемирский Ф. А., Топникова Е. В., Павлова Т. Д. и др. Исследования технологии кисломолочного масла. Сыроделие и маслоделие. 2008. № 5. С. 45–46. [Vyshemirskii FA, Topnikova EV, Pavlova TD, et al. Study of the cultured butter technology. *Cheese- and Buttermaking*. 2008;(5):45–46. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/LPXDMZ>
8. Вышемирский Ф. А. Принципиальная классификация методов производства сливочного масла. Сыроделие и маслоделие. 2012. № 6. С. 45–49. [Vyshemirskii FA. Principle classification of the dairy butter production methods. *Cheese- and Buttermaking*. 2012;(6):45–49. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/PJOJBV>
9. Володин Д. Н., Гридин А. С., Хуршидов А. Т., Шрамко М. И., Лапшенкова Ю. В. Производство сливочного масла как элемент организации комплексной переработки молочного сырья. Сыроделие и маслоделие. 2019. № 1. С. 55–56. [Volodin DN, Gridin AS, Hurshydov AT, Shramko MI, Lapshenkova YuV. Dairy butter production as an element of organizing complex milk raw materials processing. *Cheese- and Buttermaking*. 2019;(1):55–56. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/YYIJAL>
10. Раттур Е. В., Куленко В. Г., Червецов В. В., Галстян А. Г. Совершенствование техники и технологии производства сливочного масла методом непрерывного сбивания сливок. Молочнохозяйственный вестник. 2015. № 4. С. 79–88. [Rattur EV, Kulenko VG, Chervetsov VV, Galstyan AG. Improving the methods and technology of cream-butter production by the continuous cream stirring. *Molochnohozyaistvenny Vestnik*. 2015;(4):79–88. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/VDEZYR>
11. Топникова Е. В. Основные факторы, влияющие на качество и хранимоспособность сливочного масла. Сыроделие и маслоделие. 2011. № 4. С. 51–54. [Topnikova EV. Principle factors effecting quality and keepability of the dairy butter. *Cheese- and Buttermaking*. 2011;(4):51–54. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/OFXWUZ>
12. Гуща Ю. М., Топникова Е. В., Иванова Н. В. Увеличение сроков годности сливочного масла. Молочная промышленность. 2018. № 3. С. 28–32. [Gushcha YuM, Topnikova EV, Ivanova NV. Extending sell-by date of the sweet butter. *Dairy Industry*. 2018;(3):28–32. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/YORRAJ>
13. Захарова М. Б., Пирогова Е. Н., Топникова Е. В. Влияние вида упаковки на качество и хранимоспособность сливочного масла. Сыроделие и маслоделие. 2024. № 4. С. 91–100. [Zakharova MB, Pirogova EN, Topnikova EV. Effect of packaging on butter quality and shelf-life. *Cheese- and Buttermaking*. 2024;(4):91–100. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21603/2073-4018-2024-4-6>
14. Li P, Mei J, Xie J. The regulation of carbon dioxide on food microorganisms: A review. *Food Research International*. 2023;172:113170. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113170>
15. Зимняков В. М., Гаврюшина И. В. Заквасочная культура – технологический инструмент высококачественных молочных продуктов. Инновационная техника и технология. 2014. № 4. С. 8–12. [Zimniakov VM, Gavryshina IV. Impact on technological properties of prebiotics dairy and meat products. *Innovative Machinery And Technology*. 2014;(4):8–12. (In Russ.)]
16. Linares DM, Gómez C, Renes E, Fresno JM, Tornadijo ME, et al. Lactic acid bacteria and bifidobacteria with potential to design natural biofunctional health-promoting dairy foods. *Frontiers in Microbiology*. 2017;8:846. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00846>
17. Fijan S. Microorganisms with claimed probiotic properties: An overview of recent literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2014;11(5):4745–4767. <https://doi.org/10.3390/ijerph110504745>
18. Evivie SE, Huo GC, Igene JO, Bian X. Some current applications, limitations and future perspectives of lactic acid bacteria as probiotics. *Food & Nutritional Research*. 2017;61(1). <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1318034>
19. Лапшенкова Ю. В., Дыкало Н. Я., Шрамко М. И., Сложенкина М. И., Евдокимов И. А. Практические аспекты применения бактериальных заквасок при производстве кисломолочного масла, полученного на поточном маслообразователе скребкового типа. Современная наука и инновации. 2019. № 3. С. 69–77. [Lapshenkova YuV, Dykalo NYa, Shramko MI, et al. Practical aspects of the application of bacterial starter culture in the production of sour-cream butter obtained on a continuous butter making machines. *Modern Science and Innovations*. 2019;(3):69–77. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/KTDBZU>
20. Ганина В. И., Морозова В. В., Гучок Ж. Л., Демидович А. Д. Инновационное направление повышения качества кисло-сливочного масла. Сыроделие и маслоделие. 2020. № 4. С. 47–49. [Ganina VI, Morozova VV, Guchok GL, Demidovich AD. The innovative direction of improving the quality of sour-cream butter. *Cheese- And Buttermaking*. 2020;(4):47–49. (In Russ.)] <https://doi.org/10.31515/2073-4018-2020-4-47-49>