

# Влияние способа производства на показатели качества и хранимоспособность безлактозного сливочного масла\*

Елена Васильевна Топникова, д-р. техн. наук, заместитель директора по научной работе

E-mail: e.topnikova@fncps.ru

Юлия Владимировна Никитина, младший научный сотрудник

E-mail: yu.nikitina@fncps.ru

Марина Борисовна Захарова, научный сотрудник

E-mail: m.zakharova@fncps.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, г. Углич

Безлактозное сливочное масло быстрыми темпами завоевывает популярность как потребителей, так и производителей. Сливочное масло, представленное на рынке, производится всеми (тремя) существующими способами. При этом вопрос по оценке хранимоспособности безлактозного масла, изготовленного разными методами, остается малоизученным. Исследования в данном направлении являются актуальными, представляют научный и практический интерес. Цель данного исследования – комплексное изучение динамики изменения органолептических, физико-химических и микробиологических показателей безлактозного сливочного масла, выработанного разными методами, для формирования обоснованных рекомендаций относительно выбора оптимального способа его изготовления в условиях промышленного производства. Масло выработывалось тремя методами: преобразования высокожирных сливок и сбивания сливок в маслоизготовителях непрерывного и периодического действия. Приведены сравнительные результаты изменения физико-химических, микробиологических и органолептических показателей продукта, как с предельным начальным уровнем микробиологического обсеменения, так и с уровнем обсеменения, имеющего запас прочности в виде пониженной общей бактериальной обсемененности. В результате проведенных исследований обоснована необходимость обеспечения изготавливаемому продукту запаса прочности по общей бактериальной обсемененности (на 2–3 порядка относительно нормируемого для сливочного масла показателя КМАФАнМ). Кроме того, определено, что наиболее надежными способами изготовления безлактозного масла являются методы преобразования высокожирных сливок и сбивания сливок в маслоизготовителях непрерывного действия вследствие закрытости технологических потоков, что обеспечивает наиболее высокие санитарные показатели продукта. Метод изготовления сбивания сливок в маслоизготовителях периодического действия для производства в данном случае не рекомендован в связи с существенными рисками снижения качества и безопасности продукта в процессе хранения.

**Ключевые слова:** масло сливочное безлактозное, производство, хранение, качество, безопасность

**Для цитирования:** Топникова, Е. В. Влияние способа производства на показатели качества и хранимоспособность безлактозного сливочного масла / Е. В. Топникова, Ю. В. Никитина, М. Б. Захарова // Сыроделие и маслоделие. 2026. № 1. С. 21–31. <https://doi.org/10.21603/2073-4018-2026-1-47>

## Введение

Современный уровень развития пищевой технологии позволяет внедрять процессовые, продуктовые и ассортиментные инновации в разных отраслях промышленности, включая молокопереработку, а также адаптировать многие технологические решения к запросам потребителей [1, 2]. В маслоделии к таким инновациям относят производство масла с оригинальными вкусами и регулируемой пищевой ценностью за счет включения в его состав различных ингредиентов [3–6], интегрирования в технологический процесс дополнительных способов обработки исходного сырья [7], применения прогрессивных методов фасования

и видов упаковки [8–10]. Любой новый продукт, выводимый на рынок, должен иметь приятные сенсорные характеристики, устойчивость в хранении и отвечать требованиям к качеству и безопасности в течение всего срока годности. Совокупность этих факторов привлекательна не только на этапе первичного обращения к новинкам, она определяет в перспективе стабильный спрос на новые продукты со стороны целевого потребителя. Поэтому инновации должны иметь хорошую научную проработку, позволяющую выбирать наиболее оптимальные способы производства качественных и безопасных продуктов, к которым потребитель будет постоянно возвращаться.

\*Статья подготовлена в рамках выполнения Государственного задания № FGUS-2024-0008 ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН.

Безлактозное сливочное масло, как инновационный и появившийся относительно недавно продукт, становится все более привлекательным для производителей. Его технология предполагает внесение фермента  $\beta$ -галактозидазы на стадии подготовки сливок к переработке (промежуточное хранение или созревание при низких плюсовых температурах в течение определенного времени) для целенаправленного воздействия на их углеводную фазу [7]. В результате такого воздействия происходит расщепление лактозы на глюкозу и галактозу, сливки приобретают сладковатый вкус, тем самым меняя традиционный вкусовой профиль вырабатываемого разными методами сливочного масла [11]. Кроме вкуса меняется углеводный состав продукта, что может повлиять на безопасность и изменение его качества в процессе хранения.

Хранимоспособность сливочного масла, вырабатываемого по традиционной технологии, зависит от многих факторов, включая качество исходного сырья и применяемые режимы его температурной обработки, организацию производства в целом и его отдельных технологических процессов. Сливочное масло представляет собой высококонцентрированный жировой продукт, получаемый из пастеризованных при высоких температурах (от 85 до 110 °С) сливок. Оно отличается от других молочных продуктов низким содержанием влаги, диспергированной в жировой матрице продукта преимущественно в виде мелких капель влаги. По этой причине сливочное масло нельзя отнести к молочным продуктам с благоприятной средой для развития микроорганизмов, но многофазность и особенности его структуры не исключают протекание микробиологических процессов в каплях молочной плазмы более крупного размера и биохимических процессов в жировой фазе продукта [12–18].

Плазма сливочного масла схожа по компонентному составу с обезжиренным молоком и содержит необходимые для развития микроорганизмов углеводы в виде лактозы, микро- и макрокомпоненты – в виде витаминов, минеральных веществ, минорных количеств аминокислот и пептидов [16]. При минусовых и низких плюсовых температурах, соответствующих стандартизованным режимам хранения, в условиях ограниченного размера капель плазмы и питательных веществ, количество остаточной микрофлоры сливочного масла, как правило, постепенно снижается [10, 12, 19]. Однако выделяемые при этом экзо- и эндоферменты продолжают воздействовать

на составные части плазмы, изменяя ее характеристики. Особенности структуры масла и наличие в нем воздуха, особенно в случае выработки масла методом сбивания сливок, могут способствовать развитию окислительных процессов, приводящих к изменению показателей жировой фазы продукта и формированию связанных с этим привкусов (окисленный, салостый, олеистый, прогорклый и др.). В формировании этих изменений участвуют и микробиальные липолитические ферменты остаточной микрофлоры масла. Процессы окисления усиливаются при повышенном содержании ионов железа и меди, при использовании режимов пастеризации сливок менее 85 °С, когда не полностью инактивируются нативные ферменты сырья, при длительном хранении сливок до их переработки в масло, а также при высоком исходном уровне бактериальной обсемененности продукта и нарушении холодовой цепи при его транспортировании и реализации [12, 13, 17].

Интегрирование в технологию сливочного масла дополнительного процесса гидролиза лактозы при подготовке сливок к переработке (во время промежуточного хранения или созревания сливок) обуславливает расщепление лактозы до глюкозы и галактозы. Это обеспечивает большую доступность остаточной микрофлоры к углеводным источникам питания, поэтому, предположительно, динамика ее развития в масле в процессе хранения может отличаться от динамики изменения микрофлоры в масле, выработанном по традиционной технологии [12, 17–22]. Доступность глюкозы может служить своего рода толчком для более активного развития различных групп микроорганизмов на начальной стадии хранения с учетом особенностей их метаболизма и особенностей состава и структуры безлактозного сливочного масла, получаемого разными методами.

Вопрос по оценке хранимоспособности безлактозного сливочного масла малоизучен, поэтому исследования в данном направлении являются актуальными, представляют научный и практический интерес.

**Целью исследования** являлось комплексное изучение динамики изменения органолептических, физико-химических и микробиологических показателей безлактозного сливочного масла, выработанного разными методами, для формирования обоснованных рекомендаций относительно выбора оптимального способа его изготовления в условиях промышленного производства.

## Объекты и методы исследований

Объекты исследования – сливки пастеризованные, ферментированные  $\beta$ -галактозидазой; сливочное масло массовой долей жира 72,5 и 82,5 %, изготовленное на их основе методами преобразования высокожирных сливок (масло ПВЖС) и сбивания сливок в маслоизготовителях непрерывного и периодического действия (масло СС МНД и масло СС МПД соответственно). В исследованиях использовали масло с разным уровнем бактериальной обсемененности, выработанное в экспериментальных и промышленных условиях. Хранение масла проводили при стандартизированном режиме  $3 \pm 2$  °С и аггравированной температуре  $9 \pm 1$  °С.

Показатели и методы их контроля:

- вкус, запах, цвет и консистенция масла – по ГОСТ 33632-2015;
- микробиологические показатели масла – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерий группы кишечных палочек (БГКП) и спор аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КСАФАнМ) по ГОСТ 32901-2014, количество дрожжей и плесневых грибов по ГОСТ 33566-2015, количество спор мезофильных анаэробных микроорганизмов (КСАнМ) по ГОСТ 32012-2012;
- показатели состава: массовая доля жира, влаги и сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) по ГОСТ Р 55361-2012;
- физико-химические показатели: титруемая кислотность масла, жира, молочной плазмы по ГОСТ Р 55361-2012, перекисное число по ГОСТ ISO 3920-70;
- структурно-механические показатели масла – термоустойчивость по ГОСТ Р 52253-2004, твердость по ГОСТ 32189-2013, вытекание жидкого жира и восстанавливаемость структуры по методикам ВНИИМС [23].

Массовую долю углеводов в исходных сливках и молочной плазме масла (лактозы глюкозы, галактозы) определяли с использованием системы «Капель-105М» (ГК «Люмэкс», Россия) с модификацией пробоподготовки сливок, описанной в [7]. Определение массовой доли лактозы в масле проводили расчетным методом с учетом ее содержания в плазме масла и массовой доли плазмы в готовом продукте.

Обработку результатов органолептических, физико-химических и микробиологических показателей

и построение графиков осуществляли с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2016. Исследования проводили в 3-кратной повторности. Значения показателей для каждого образца представляли в виде среднего значения и стандартного отклонения «Mean  $\pm$  SD». Для оценки статистически значимых различий между образцами применяли двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями ANOVA. Для проведения парного сравнения выборок использовали апостериорный критерий Тьюки. Статистически значимый результат оценивали при  $p \leq 0,05$ .

## Результаты и их обсуждение

Любой новый продукт, выводимый предприятием на рынок, должен в течение всего срока годности при заявленных режимах соответствовать требованиям качества безопасности. Продукт должен иметь характерные органолептические и физико-химические показатели, а содержание нормируемых групп микроорганизмов не должно превышать установленных нормативными правовыми актами уровней. Согласно ТР ТС 033/2013, в сливочном масле, находящемся в обороте, общая бактериальная обсемененность (показатель КМАФАнМ) не должна превышать  $1 \times 10^5$  КОЕ/г, БГКП должны отсутствовать в 0,01 г продукта, дрожжи и плесневые грибы в сумме не должны превышать 100 КОЕ/г, стафилококки должны отсутствовать в 0,1 г, а патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, а также листерии – отсутствовать в 25 г продукта. Масло должно характеризоваться чистым вкусом и запахом и не иметь отклонений в физико-химических показателях, проявляющихся в тех или иных пороках вкуса и запаха. Применительно к безлактозному маслу – чистый сливочный вкус с характерным сладковатым привкусом без признаков окислительной или микробиологической порчи.

Как отмечалось ранее, доступность глюкозы, образованной в результате ферментативного гидролиза лактозы в сливках при их подготовке к выработке масла, может повлиять на динамику развития различных групп микроорганизмов при хранении готового продукта. Поэтому на первом этапе исследований оценена хранимоспособность безлактозного масла с уровнем бактериальной обсемененности, приближающемся к верхней границе нормативных значений по КМАФАнМ. На хранение заложено масло ПВЖС (72,5 % жирности) и масло СС МПД (82,5 % жирности), характеризующееся разными

уровнями микробиологических рисков с учетом состава и особенностей структуры масла [12, 13, 17]. Относительно безлактозного масла различия в формировании качества заключаются еще и в том, что при выработке такого масла методом преобразования высокожирных сливок пастеризованные сливки подвергаются ферментированию  $\beta$ -галактозидазой в процессе их промежуточного хранения при низкой плюсовой температуре (4–6 °С) до переработки с последующей повторной пастеризацией. В альтернативе ферментирование пастеризованных сливок совмещено с процессом их физического созревания при более высокой температуре (5–10 °С) и не предусматривает повторную пастеризацию. Для более объективного прогнозирования хранимоспособности масла, выработанного методом преобразования высокожирных сливок, где микробиологические риски в масле обычного состава проявляются в меньшей степени, проведено дополнительное обсеменение безлактозного

продукта БГКП до уровня  $10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>(г). В реальных производственных условиях это может быть связано с нарушениями санитарно-гигиенических условий производства и фасования продукта.

Изменение микробиологических показателей в образцах масла в течение 35 и 42 суток<sup>1</sup> хранения при стандартизованном режиме и аггравированной температуре приведено в таблице 1.

Отмечено, что в условиях хранения при стандартном плюсовом режиме  $3 \pm 2$  °С не наблюдалось развития КМАФАнМ в масле ПВЖС в течение 42 суток хранения. Однако в условиях его хранения при аггравированной температуре зафиксирован рост уровня КМАФАнМ – к 42 суткам отмечено его увеличение на 1,5 порядка, также имело место увеличение количества БГКП на 2 порядка и спор аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов на половину порядка. В масле СС МПД рост

**Таблица 1. Изменение микробиологических показателей масла безлактозного с предельными микробиологическими показателями в процессе хранения**

Метод выработки масла	КМАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup>	БГКП, НВЧ кл./см <sup>3</sup>	КСАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup>	Дрожжи, плесневые грибы, КОЕ/см <sup>3</sup>	КСАнМ, НВЧ спор/см <sup>3</sup>
Перед закладкой на хранение					
Преобразование высокожирных сливок	$4,2 \times 10^4$	$7,0 \times 10^3$	$8,7 \times 10^3$	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>	2,5
Сбивание сливок	$3,2 \times 10^4$	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>	$5,0 \times 10^1$	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>
После хранения при $3 \pm 2$ °С в течение 35 суток					
Преобразование высокожирных сливок	$2,2 \times 10^4$	$6,1 \times 10^3$	$1,3 \times 10^4$	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>	2,5
Сбивание сливок	$7,6 \times 10^5$	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>	$5,0 \times 10^1$	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>
После хранения при $9 \pm 1$ °С в течение 35 суток					
Преобразование высокожирных сливок	$8,2 \times 10^4$	$4,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$	$6,4 \times 10^2$	2,5
Сбивание сливок	$8,1 \times 10^6$	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>	$2,7 \times 10^0$	$5,0 \times 10^2$	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>
После хранения при $3 \pm 2$ °С в течение 42 суток					
Преобразование высокожирных сливок	$1,3 \times 10^4$	$6,0 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>	2,5
Сбивание сливок	$8,5 \times 10^5$	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>	$5,0 \times 10^1$	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>
После хранения при $9 \pm 1$ °С в течение 42 суток					
Преобразование высокожирных сливок	$7,3 \times 10^5$	$6,0 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	$6,9 \times 10^2$	2,5
Сбивание сливок	$8,5 \times 10^6$	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>	$3,7 \times 10^1$	$6,0 \times 10^2$	отсутствуют в 1 см <sup>3</sup>

<sup>1</sup>35 суток соответствует рекомендуемому сроку годности сливочного масла 72,5–82,5 % жирности согласно ГОСТ Р 52253, 42 суток – контрольной точке с учетом гарантийного запаса прочности.

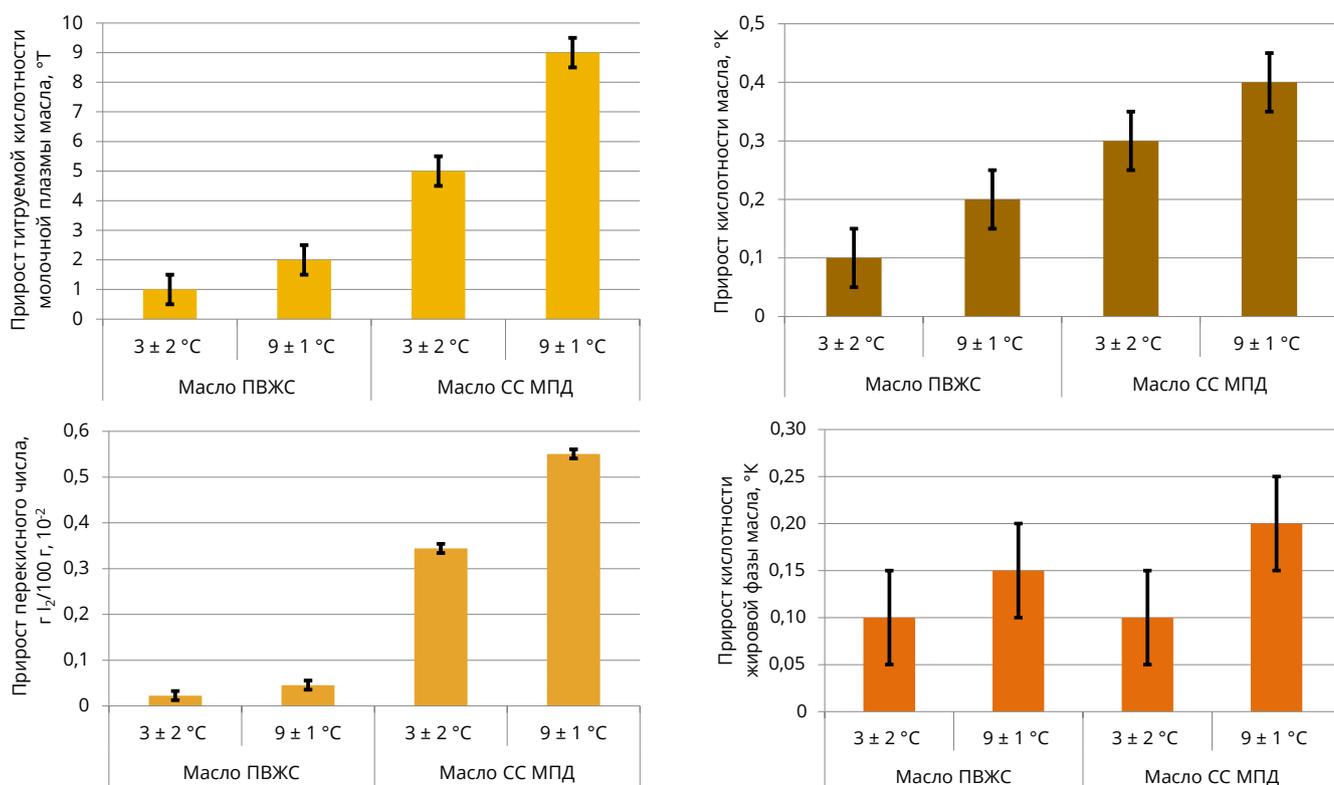
КМАФАнМ наблюдался и при стандартизованном режиме хранения: к 15 суткам хранения его уровень был на пределе нормы, а к 35 суткам превысил ее на 1 порядок. В условиях хранения при аггравированной температуре по истечении 35 суток уровень обсемененности увеличился по сравнению с исходным на 2,5 порядка, что объяснимо большей доступностью питательных веществ, включая глюкозу, за счет большей доли крупных капель плазмы в данном виде масла [12, 13].

Развитие микробиологических процессов в масле способствовало изменению его основных физико-химических показателей (рис. 1). За одинаковый период хранения выявлено значимое отличие ( $p < 0,05$ ) масла СС МПД от масла ПВЖС по показателям прироста титруемой кислотности молочной плазмы, кислотности масла и перекисного числа. Наиболее значимые изменения указанных показателей характерны для масла, хранившегося в условиях аггравированной температуры.

Динамика изменения микробиологических и физико-химических показателей коррелирует с изменениями органолептических свойств

масла (рис. 2). В свежеработанных образцах масла не было выявлено существенных дефектов вкуса и запаха. Безлактозное масло обоих методов изготовления характеризовалось чистым вкусом и запахом, с выраженным привкусом пастеризации и сладковатым привкусом, типичным для данного вида масла. При этом масло СС МПД имело плотную и пластичную, несколько вязкую консистенцию, что сказалось на ощущении таяния и повлияло на общее восприятие вкуса продукта.

В процессе хранения в обоих температурных условиях наблюдалось снижение оценки за вкус и запах масла. В масле СС МПД на 35 сутки при стандартном режиме хранения  $3 \pm 2$  °С появились посторонние привкусы, связанные с изменениями жировой фазы и плазмы масла под воздействием развивающейся микрофлоры, которые к 42 суткам усилились и привели к забраковке продукта по данному показателю. При аггравированной температуре посторонние привкусы проявились несколько ранее – на 15 сутки; кроме того, по истечении 35 суток при этом режиме хранения были выявлены признаки поверхностного плесневения продукта. В масле ПВЖС, хранившемся при аггравированной температуре, превышение



**Рисунок 1. Прирост физико-химических показателей безлактозного масла ПВЖС и масла СС МПД с предельными микробиологическими показателями к 35 суткам хранения при различных температурах**

уровня бактериальной обсемененности обнаружилось по истечении 42 суток хранения, что также подтверждается ухудшением органолептических свойств продукта на этот момент времени.

Следовательно, выработка безлактозного сливочного масла, характеризующегося предельно допустимым уровнем по общей бактериальной обсемененности и наличием БГКП, создает риски снижения хранимоспособности, как при выработке масла методом сбивания сливок в маслоизготовителях периодического действия, так и методом преобразования высокожирных сливок, особенно в условиях нарушения холодной цепи. Как показали исследования, в процессе хранения такого масла обсемененность отдельными группами микроорганизмов может повышаться на 1,5–2,5 порядка.

В связи с этим выдвинута гипотеза, что для гарантии обеспечения требуемой хранимоспособности безлактозного масла в условиях плюсовых температур необходимо обеспечить в процессе выработки максимально низкий уровень его бактериальной обсемененности. Это может позволить повысить запас прочности продукта в хранении.

Для проверки этого предположения на втором этапе исследований в экспериментальных и производственных условиях были выработаны и заложены на хранение образцы безлактозного масла с низким уровнем бактериальной обсемененности. Для сравнения взяты образцы масла ПВЖС, масла СС МНД и масла СС МПД, которые хранили в потребительской упаковке при стандартизованном режиме –  $3 \pm 2$  °С и аггравированной температуре. Общая бактериальная обсемененность свежеработанных образцов масла обнаруживалась



на уровне  $100\text{--}10^2$  КОЕ/см<sup>3</sup>; БГКП, дрожжи и плесневые грибы отсутствовали в 1 см<sup>3</sup>; количество спор аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов составляло от 5 до 10 КОЕ/см<sup>3</sup>; споры анаэробных бактерий – не более 0,6 НВЧ спор/см<sup>3</sup>. Как и ожидалось, более низкий уровень бактериальной обсемененности был обеспечен при изготовлении этого вида масла методом преобразования высокожирных сливок, затем следовал метод сбивания сливок в маслоизготовителях непрерывного действия (вследствие закрытости технологических потоков). В масле, изготовленном методом сбивания сливок в маслоизготовителях периодического действия, уровень исходного обсеменения был на 1 и 2 порядка выше, чем в масле, изготовленном СС МНД, и масле ПВЖС соответственно, что объясняется, при всех прочих условиях, невозможностью организовать полностью закрытый технологический процесс от сырья до готового продукта.

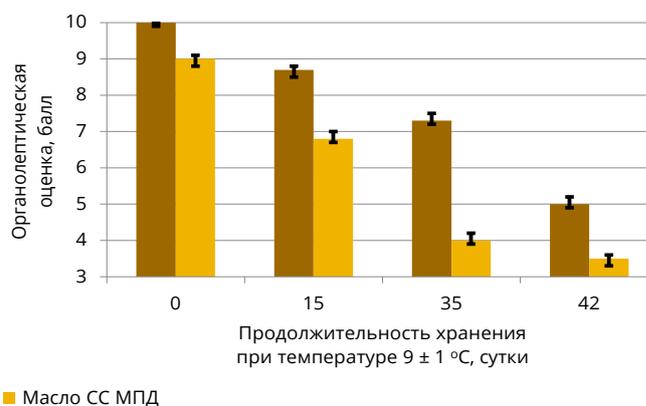
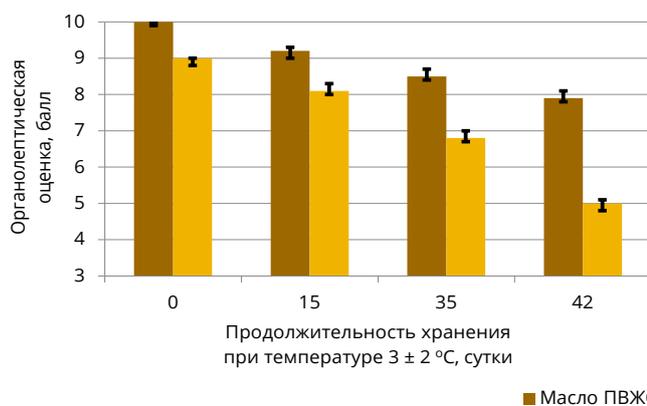


Рисунок 2. Изменение оценки за вкус и запах безлактозного масла с предельными микробиологическими показателями при хранении

По составу и структурно-механическим характеристикам (табл. 2) масло безлактозное имело типичные показатели, характерные для масла исследуемых диапазонов жирности, выработанного данными методами из неферментированных сливок [11].

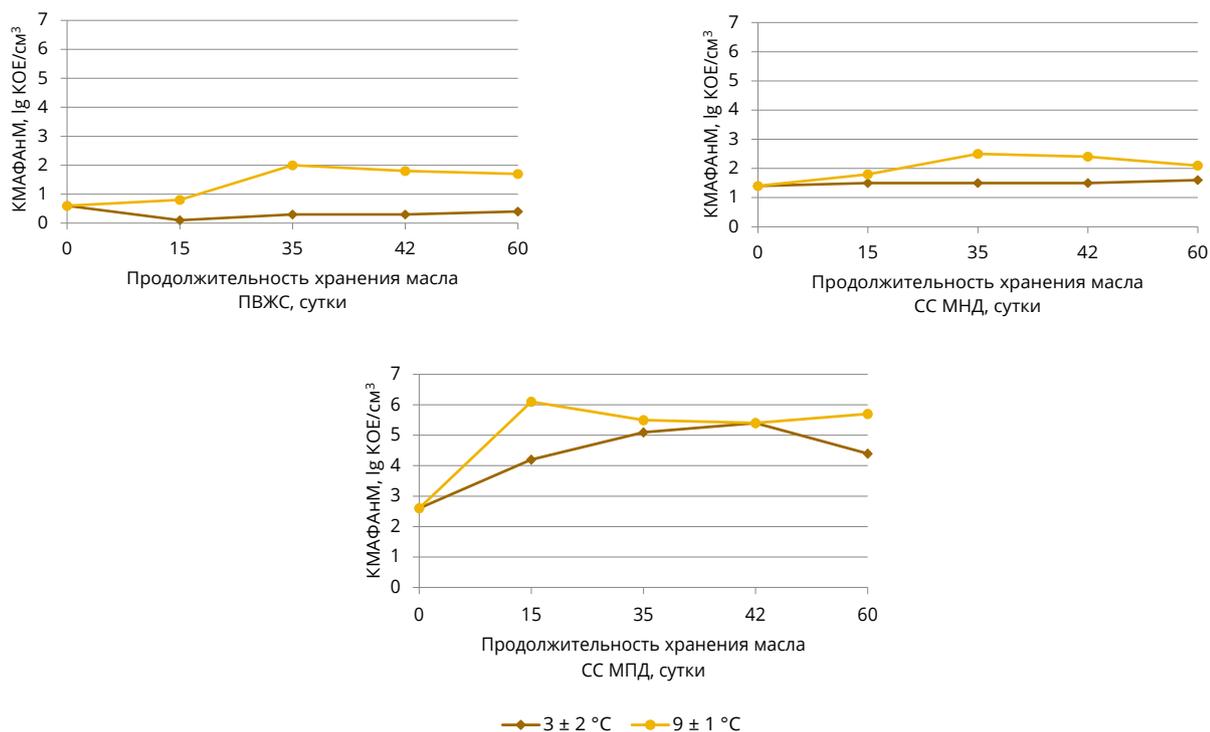
Углеводный состав молочной плазмы масла представлен глюкозой в количестве 2,21–3,21 % и галактозой – 2,23–3,32 %, лактоза отсутствовала. В образцах, выработанных методом сбивания сливок, присутствовала воздушная фаза в количестве 8,6–12,9 об.%, причем более высокие показатели были характерны для масла СС МНД вследствие более интенсивной механической обработки при сбивании сливок.

Динамика изменения показателя КМАФАнМ в образцах масла приведена на рисунке 3, из которого видно, что в условиях хранения при  $3 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  как в масле ПВЖС, так и масле СС МНД сохранялся исходный уровень обсемененности в течение исследованного периода 60 суток. Можно констатировать, что динамика изменения микрофлоры данных образцов масла был аналогична, что можно связать с высокой дисперсностью молочной плазмы масла при обоих методах изготовления [11].

Характер изменения микробиологических показателей масла СС МПД имел отличия: в течение 35 суток хранения наблюдалось постепенное увеличение уровня КМАФАнМ, его прирост составил 2 порядка. К 42 суткам данный показатель превы-

**Таблица 2. Состав и структурно-механические показатели экспериментальных образцов безлактозного масла разных методов производства**

Образец	Массовая доля, %			Термоустойчивость, ед	Твердость, Н/м	Восстанавливаемость структуры, %	Вытекание жидкого жира, %
	жира	влаги	СОМО				
Масло ПВЖС	70,5–72,5	25,0–26,7	2,5–2,8	$0,96 \pm 0,03$	$111 \pm 6$	$68,5 \pm 2,0$	$5,9 \pm 0,2$
Масло СС МНД	82,0–82,5	16,0–16,6	1,2–1,6	$0,89 \pm 0,02$	$76 \pm 5$	$86,8 \pm 4,8$	$5,8 \pm 0,4$
Масло СС МПД	81,7–82,5	15,8–16,2	1,9–2,8	$0,98 \pm 0,02$	$141 \pm 7$	$73,3–75,1$	$4,5–0,4$



Примечание: n = 3, отклонения от среднего составляют 5–10 % отн.

**Рисунок 3. Изменение КМАФАнМ (lg КОЕ/см³) в масле безлактозном, имеющем запас прочности в виде пониженной общей бактериальной обсемененности в процессе хранения**

сил установленный нормируемый уровень, количество БГКП возросло до  $0,5 \times 10^2$  НВЧ кл./см<sup>3</sup>, наблюдалось прораствание спор споровой аэробной и факультативно-анаэробной микрофлоры. К концу хранения вследствие уменьшения в продукте количества питательных веществ отмечено снижение уровня КМАФАнМ при одновременном увеличении споровой микрофлоры на 1 порядок.

Хранение масла в условиях агgravированной температуры свидетельствует о наличии значимых микробиологических рисков для метода сбивания сливок в маслоизготовителях периодического действия. В образцах масла, изготовленных поточными методами (преобразования высокожирных сливок и сбивания сливок в маслоизготовителях непрерывного действия), хранившихся при температуре  $9 \pm 1$  °С, зафиксировано увеличение КМАФАнМ на 1,5 порядка с последующим его снижением на 0,5 порядка к 60 суткам хранения без превышения установленного ТР ТС 033/2013 уровня. Масло СС МПД продемонстрировало прирост показателя КМАФАнМ выше нормативных значений уже к 15 суткам хранения. В условиях наличия крупных капель плазмы в масле и воздушной среды

на фоне повышения уровня общей бактериальной обсемененности в этом масле выявлен рост БГКП и плесневых грибов на 2 порядка и споровой микрофлоры – на 1 порядок. Таким образом, запас прочности безлактозного масла по микробиологическим показателям оказался эффективным для масла, вырабатываемого поточными методами, но не обеспечил надлежащий уровень безопасности для масла СС МПД, особенно в условиях агgravированной температуры.

Изменение физико-химических показателей исследованных образцов масла после 60-суточного хранения при исследуемых температурных режимах приведено на рисунке 4.

Как видно из рисунка 4, при температуре хранения  $3 \pm 2$  °С отмечен прирост титруемой кислотности молочной плазмы на  $1-2$  °Т, кислотности масла – на  $0,05-0,20$  °К и его жировой фазы – на  $0,05-0,10$  °К, перекисного числа – на  $(0,045-0,065) \times 10^{-2}$  г I<sub>2</sub>/100 г жира. Значимые различия ( $p \leq 0,05$ ) в сравнении с маслом ПВЖС выявлены для показателей кислотности масла, выработанного методами сбивания сливок (периодиче-

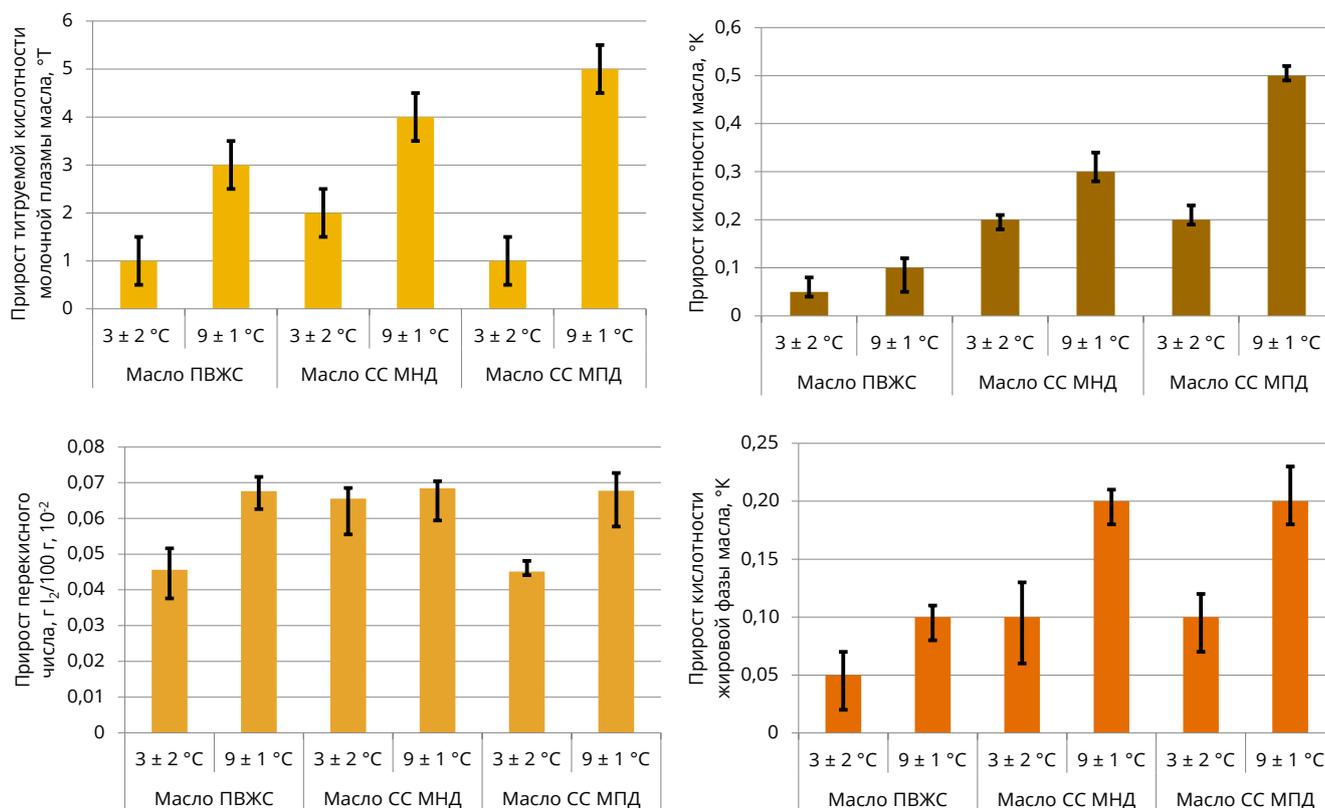


Рисунок 4. Прирост физико-химических показателей масла безлактозного, выработанного различными методами, имеющего запас прочности в виде пониженной общей бактериальной обсемененности к 60 суткам хранения

ского и непрерывного) и показателя перекисного числа масла периодического сбивания, где наблюдался наибольший прирост, связанный с наличием в указанных образцах повышенного количества воздуха. К 35 суткам хранения прирост этих показателей статистически не различался.

При аггравированной температуре отмечен больший прирост со статистически значимыми различиями таких показателей, как кислотность молочной плазмы и кислотность масла СС МПД в сравнении с маслом ПВЖС и СС МНД. Прирост кислотности жировой фазы для масла обоих методов сбивания был в 4 раза выше соответствующего прироста для масла ПВЖС. Процесс первичного окисления при этой температуре протекал примерно на одинаковом уровне, о чем свидетельствует показатель перекисного числа. При данной температуре различия в показателях кислотности проявлялись уже после 35-суточного хранения масла периодического сбивания.

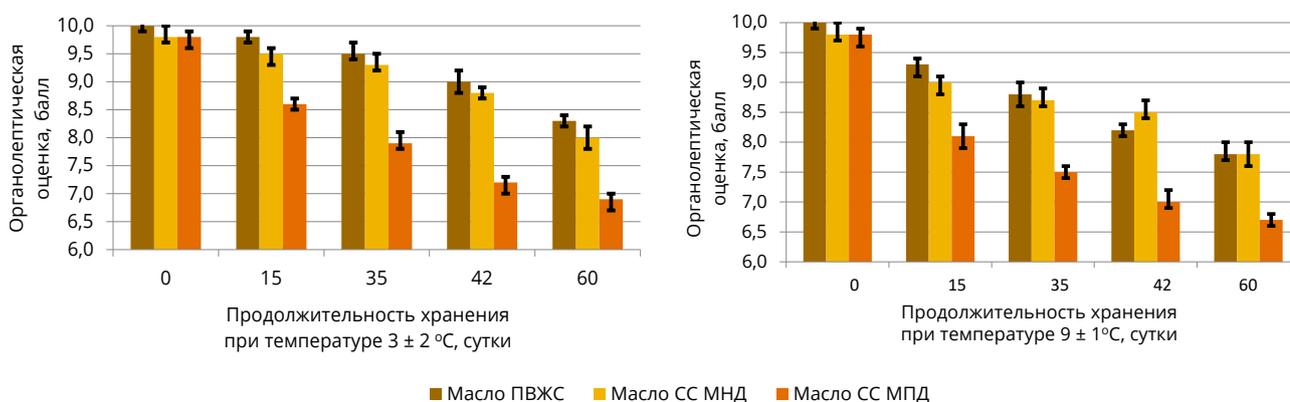
Сравнение данных рисунков 1 и 4 позволяет заключить, что подход к снижению бактериальной обсемененности свежесвыработанного безлактозного масла позволяет создать запас прочности в хранении не только по микробиологическим, но и по физико-химическим показателям. Это проявляется в снижении прироста кислотности молочной плазмы масла в 2–4 раза, кислотности масла – в 2–3 раза, кислотности жировой фазы масла – в 1,5–2 раза, что особенно важно в условиях влияния аггравированной температуры хранения.

Результаты исследования органолептических показателей образцов масла приведены на рисунке 5.

Согласно данным, представленным на гистограммах рисунка 5, в процессе хранения при исследуемых температурах наблюдалось снижение оценки за вкус и запах масла. Это также подтверждается значимыми изменениями физико-химических и микробиологических показателей в данных образцах. Так, в масле СС МПД по истечении 42 суток при температуре хранения  $3 \pm 2^\circ\text{C}$  было отмечено снижение интенсивности привкуса пастеризации и был обнаружен слабый посторонний привкус (лежалый), несколько усиливающийся к 60 суткам хранения, но при этом не приведший к забраковке образца. При аггравированной температуре хранения данные процессы протекали наиболее интенсивно и к 60 суткам хранения образец масла СС МПД приобрел чуть более выраженный посторонний привкус.

Масло ПВЖС на момент хранения в течение 42 суток оценивалось как масло со сниженной выраженностью, как привкуса пастеризации, так и сладковатого привкуса. Значимых изменений, ухудшающих качество продукта, не было обнаружено вплоть до истечения 60 суток хранения при температуре  $3 \pm 2^\circ\text{C}$ . На тот же момент времени аггравированная температура хранения чуть более усугубила потерю привлекательности образца по таким характеристикам, как вкус и запах, но без выявления признаков порчи.

Масло СС МНД по показателям органолептической оценки было наиболее близким к маслу ПВЖС: по истечении 60-суточного возраста продукт имел недостаточно выраженный привкус пастеризации, без значимых вкусовых изменений, ухудшающих его качество; признаков порчи обнаружено не было.



**Рисунок 5.** Изменение оценки за вкус и запах в процессе хранения безлактозного масла, изготовленного разными методами с запасом прочности в виде пониженной общей бактериальной обсемененности

Отметим, что изменение органолептических показателей данных образцов масла протекало менее интенсивно, в сравнении с маслом, не имеющим запаса прочности по микробиологическим показателям. Из чего можно сделать вывод о том, что продукт, имеющий изначально бактериальную обсемененность ниже нормируемого уровня, создает предпосылки наиболее надежной его сохранности до установленного срока годности.

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить тенденцию снижения показателей хранимостепособности безлактозного масла в порядке убывания: масло ПВЖС → масло СС МНД → масло СС МПД. Метод преобразования высокожирных сливок и метод сбивания сливок в маслоизготовителях непрерывного действия позволяют получать безлактозное масло стабильного качества с достаточно высокой хранимостепособностью, поскольку подразумевают изготовление в закрытом потоке, что обеспечивает более высокие санитарные показатели продукта.

## Выводы

Результаты проведенных исследований позволили заключить, что в связи с существенными рисками снижения качества и безопасности безлактозного масла изготовление его методом сбивания сливок в маслоизготовителях периодического действия не рекомендовано. При этом выявленные зависимости по хранимостепособности изготовленного безлактозного масла поточными методами (метод преобразования высокожирных сливок и метод сбивания сливок в маслоизготовителях непрерывного действия) также указывают на важность строгого соблюдения санитарии и гигиены производства. Для гарантии хорошей хранимостепособности такой продукции необходимо при ее изготовлении обеспечивать запас прочности по общей бактериальной обсемененности на 2–3 порядка выше по отношению к нормируемому для масла показателю КМАФАнМ ( $1,0 \times 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>) при безусловном соблюдении требований по уровню остальных нормируемых показателей. ■

Поступила в редакцию: 04.01.2026

Принято в печать: 12.02.2026

## Effect of Production Method on Quality and Stability of Lactose-Free Butter

Elena V. Topnikova, Yulia V. Nikitina, Marina B. Zakharova

All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking – Branch of V. M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS, Uglich

Lactose-free butter is rapidly gaining popularity on the domestic market. There are three methods of lactose-free butter production. However, their effect on shelf-life stability remains poorly understood. This article describes the sensory, physicochemical, and microbiological quality of lactose-free butter during storage. The research objective was to determine the optimal commercial production method. The butter was produced by high-fat cream conversion, cream churning in a continuous butter maker, and cream churning in a batch butter maker. The samples were divided into those with maximal permissible microbiological contamination or those with low total bacterial count. The optimal safety margin for total bacterial count was 2–3 orders of magnitude relative to the standard QMAFAnM for butter. The methods of high-fat cream conversion and churning in a continuous butter maker proved to be the most reliable variants for lactose-free butter because the closed process flow ensured the best sanitary conditions. The method of churning cream in batch-type butter makers cannot be recommended for lactose-free butter production due to the severe risk of microbial contamination during processing and storage.

**Keywords:** lactose-free butter, method of butter production, butter quality indicators

### Список литературы

- Петрунина, И. В. Роль технологических инноваций в обеспечении устойчивого развития пищевой промышленности / И. В. Петрунина [и др.] // Пищевые системы. 2025. Т. 8, № 3. С. 316–323. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-3-316-323>; <https://elibrary.ru/ktnafj>
- Галстян, А. Г. Индустрия Х.0. Пищевая промышленность / А. Г. Галстян // Пищевая метаинженерия. 2023. Т. 1, № 2. С. 7–10. <https://doi.org/10.37442/fme.2023.2.33>; <https://elibrary.ru/jqenju>
- Безверхая, Н. С. Разработка обогащенного сливочного масла / Н. С. Безверхая, О. А. Огнева // Новые технологии. 2021. Т. 17, № 5. С. 15–21. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2021-17-5-15-21>; <https://elibrary.ru/oljjar>
- Нилова, Л. П. Растительные ингредиенты в стабилизации окислительных процессов сливочного масла при хранении / Л. П. Нилова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2019. № 4. С. 117–123. <https://doi.org/10.17586/2310-1164-2019-12-4-117-123>; <https://elibrary.ru/ztripb>
- Долматова, О. И. Влияние вкусовых компонентов на сохранность масла сливочного / О. И. Долматова, Е. М. Сидельников // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2022. Т. 84, № 3(93). С. 147–151. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2022-3-147-151>; <https://elibrary.ru/xitcsg>
- Голубев, А. А. Влияние экстракта шалфея на окислительную стабильность сливочного масла / А. А. Голубев, Н. И. Дунченко, В. С. Янковская // Молочная промышленность. 2025. № 2. С. 86–92. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2025-2-31>; <https://elibrary.ru/kxrgwww>
- Топникова, Е. В. Влияние способа фасовки сливочного масла на сохраняемость его качества / Е. В. Топникова [и др.] // Молочная промышленность. 2024. № 2. С. 53–60. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2024-2-4>; <https://elibrary.ru/rnmlqs>
- Смирнова, О. И. Активная упаковка для сливочного масла / О. И. Смирнова [и др.] // Сыроделие и маслоделие. 2014. № 2. С. 50–53. <https://elibrary.ru/rzsutf>

9. **Корж, А. П.** Тенденции развития рынка активной и «умной» упаковки / А. П. Корж, Ю. Г. Базарнова // *Мясные технологии*. 2016. № 6(162). С. 14–17. <https://elibrary.ru/wcclbv>
10. **Топникова, Е. В.** Влияние способа фасовки сливочного масла на сохраняемость его качества / Е. В. Топникова [и др.] // *Молочная промышленность*. 2024. № 2. С. 53–60. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2024-2-4>; <https://elibrary.ru/rnmlqs>
11. **Кустова, Т. П.** Влияние метода производства на формирование вкусового букета сладкосливочного масла / Т. П. Кустова, Ф. А. Вышемирский // *Сыроделие и маслоделие*. 2010. № 2. С. 49–51. <https://elibrary.ru/lccpzu>
12. **Захарова, М. Б.** Влияние методов производства сливочного масла на его качество и хранимоспособность / М. Б. Захарова, Н. В. Иванова // *Технический оппонент*. 2024. № 4(16). С. 1–16. <https://elibrary.ru/nhzjkb>
13. **Заболотин, Г. Ю.** Исследования качественных характеристик сливочного масла фермерского производства / Г. Ю. Заболотин // *Пищевые системы*. 2021. Т. 4, № 3S. С. 75–80. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-3S-75-80>; <https://elibrary.ru/eqkang>
14. **Ковалева, А. И.** Исследование изменений параметров сливочного масла в связи с особенностями хранения / А. И. Ковалева, Е. Г. Цублова // *Химия - XXI век. Теория, практика, образование: сборник материалов IV научно-практической национальной конференции с международным участием*. – Брянск: Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского, 2021. – С. 60–65. <https://elibrary.ru/swybsy>
15. **Бондарчук, А. В.** Исследование аминокислотного состава плазмы кисломолочного и сладкосливочного масла во время хранения / А. В. Бондарчук // *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*. 2015. Т. 17, № 4(64). С. 16–23. <https://elibrary.ru/vladtz>
16. **Остроухова, И. Л.** Потенциал безлактозной пахты в создании функциональных кисломолочных напитков / И. Л. Остроухова [и др.] // *Молочная промышленность*. 2026. № 1. С. 59–69. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2026-1-73>; <https://elibrary.ru/yojnll>
17. **Свириденко, Г. М.** Влияние микробиологических рисков, связанных со споровой микрофлорой, на качество и хранимоспособность сливочного масла разных способов производства / Г. М. Свириденко, М. Б. Захарова, Е. В. Топникова // *Пищевые системы*. 2024. Т. 7, № 4. С. 590–597. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-4-590-597>; <https://elibrary.ru/kwdkot>
18. **Boor, K. J.** A 100-Year Review: Microbiology and safety of milk handling / K. J. Boor [et al.] // *Journal of Dairy Science*. 2017. № 100(12). P. 9933–9951. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12969>
19. **Deeth, H. C.** Milk lipids: Lipolysis and hydrolytic rancidity / H. C. Deeth // *Reference Module in Food Science*. ed. by John W. Fuquay – Elsevier, 2019. – P. 721–726 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00343-5>
20. **Martin, N. H.** Sources, transmission, and tracking of sporeforming bacterial contaminants in dairy systems / N. H. Martin, F. M Quintana-Pérez, R. L. Evanowski // *JDS Communications*. 2024. Vol. 5(2). P. 172–177. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2023-0428>
21. **Blackburn, C. de W.** *Food Spoilage Microorganisms* / C. de W. Blackburn. – Woodhead Publishing, 2006. – 712 p.
22. **André, S.** Spore-forming bacteria responsible for food spoilage / S. André, T. Vallaeys, S. Planchon // *Research in Microbiology*. 2017. № 168(4). P. 379–387. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2016.10.003>
23. **Пирогова, Е. Н.** Изучение возможности применения масла, выработанного методом преобразования высокожирных сливок, при изготовлении слоеных изделий / Е. Н. Пирогова, Е. В. Топникова, Е. С. Данилова // *Пищевые системы*. 2024. Т. 7, № 1. С. 157–164. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-1-157-164>; <https://elibrary.ru/sqikhk>

