

# Динамика развития некоторых групп микроорганизмов в традиционных и ферментированных сливках при резервировании\*

**Марина Борисовна Захарова**, кандидат технических наук, научный сотрудник, руководитель направления исследований по средствам микробиологического контроля

E-mail: [m.zakharova@fncps.ru](mailto:m.zakharova@fncps.ru)

**Юлия Владимировна Никитина**, младший научный сотрудник

E-mail: [yu.nikitina@fncps.ru](mailto:yu.nikitina@fncps.ru)

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

E-mail: [e.topnikova@fncps.ru](mailto:e.topnikova@fncps.ru)

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

Технологические процессы многих продуктов из сливок из коровьего молока предусматривают их промежуточное резервирование. Обычно хранение осуществляют при низких плюсовых температурах с целью сдерживания роста неблагоприятной микрофлоры, однако в отдельных случаях требуется применение более высоких температур. Например, особые режимы подготовки сливок применяются при изготовлении безлактозных продуктов, в частности во время ферментативного гидролиза лактозы. Продолжительность выдержки сливок в данном случае зависит от нескольких факторов и может достигать 32 ч. При этом обусловленное протеолитической активностью фермента  $\beta$ -галактозидазы увеличенное содержание небелкового и аминного азота в сливках может оказывать влияние на развитие остаточной микрофлоры, что в свою очередь повышает вероятность рисков снижения качества сырья и готового продукта. В связи с этим целью исследования явилось изучение развития отдельных групп микроорганизмов в сливках традиционного состава и сливках, ферментированных  $\beta$ -галактозидазой, в зависимости от температурно-временного фактора на этапе резервирования. Проводилась оценка динамики развития БГКП и спорных микроорганизмов рода *Bacillus* в сливках с различным углеводным составом при температурах 5 и 10 °С. Выявлено, что в условиях выдержки при температуре 5 °С наблюдалось снижение численности БГКП, независимо от углеводного состава сливок. Температура выдержки 10 °С создает условия для их развития. Динамика изменения спорных микроорганизмов рода *Bacillus* показывает увеличение количества спорных форм в сливках в течение первых 6 ч хранения с дальнейшим снижением их количества и стабилизацией уровня содержания общего количества спорных форм и вегетативных клеток. В дальнейшем существенных изменений в содержании спорной микрофлоры при обоих температурных режимах, независимо от углеводного состава сливок, не выявлено. Показано, что для сливок, подлежащих выдержке при исследуемом диапазоне температур (от 5 до 10 °С), сохраняются микробиологические риски, связанные с наличием в них спорных микроорганизмов рода *Bacillus*, а также БГКП в случае вторичного обсеменения. При этом в сливках с измененным углеводным составом эти риски существенно выше.

**Ключевые слова:** сливки, сливки безлактозные, БГКП, спорная микрофлора, *Bacillus*

**Для цитирования:** Захарова, М. Б. Динамика развития некоторых групп микроорганизмов

в традиционных и ферментированных сливках при резервировании / М. Б. Захарова, Ю. В. Никитина,

Е. В. Топникова // Сыроделие и маслоделие. 2026. № 2. С. 46–53. <https://doi.org/10.21603/2073-4018-2026-2-54>

## Введение

Современные технологии переработки сливок предусматривают использование в производстве как сливок с исходным, так и с измененным в результате ферментативного гидролиза углеводным составом.

Сливки с традиционным углеводным составом, получаемые сепарированием коровьего молока, являются важным сырьем и рецептурным ингредиентом при производстве многих молочных продуктов. Они применяются в качестве основного сырья при изготовлении питьевых сливок, сливок для взбивания, сливочных паст и десертов, сметаны, сливочного масла, а также

используются в качестве ингредиента при нормализации питьевого молока и целого спектра ферментированных продуктов, применяются в рецептурах плавленых сыров, спредов разного состава и других пищевых продуктов. Составные части и спектр вкусоароматических веществ сливок участвуют в формировании вкуса и запаха производимых продуктов, а бактериальный пейзаж предопределяет их хранимоспособность [1–3].

Для полноценного вовлечения в переработку важно соответствие получаемых на производстве сливок требованиям, установленным в действующих стандартах и технических регламентах. А для получения

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

высококачественных продуктов с их применением необходимо соблюдение всей цепочки технологических операций и соблюдение режимов, связанных с процессами изготовления конкретных продуктов.

Как правило, все технологические процессы включают промежуточное хранение (резервирование) сливок до переработки при низких плюсовых температурах, которые могут оказывать влияние на изменение составных частей сливок в зависимости от применяемой температуры и продолжительности процесса [2, 3]. В большинстве случаев на промежуточное резервирование направляют пастеризованные при температуре не ниже 85 °С сливки и охлажденные до  $4 \pm 2$  °С. Указанная температура пастеризации обеспечивает инактивацию патогенной микрофлоры и способствует разрушению нативных и микробных липаз, перешедших в сливки из молока, не уничтожая полностью всю микрофлору [3–5]. Продолжительность резервирования определяется организацией технологических процессов в пределах 48 ч, предусмотренных согласно ГОСТ 34355-2017 «Сливки – сырье. Технические условия».

Однако в технологии производства отдельных продуктов практикуется выдержка сливок при более высоких температурах. Например, при изготовлении сливочного масла методом сбивания выдержка проводится при температуре от 4 до 11 °С в течение от 5 до 10 ч (допускается до 15 ч) в зависимости от вида вырабатываемого масла и степени насыщенности молочного жира [6, 7]. При этом происходит частичная кристаллизация жировой фазы сливок, необходимая для эффективного проведения последующих процессов – сбивания сливок, образования масляного зерна и формования пласта масла с гомогенной структурой и хорошо вработанной плазмой. Практикуют также применение ступенчатых режимов созревания сливок, когда чередуют их выдержку при разных температурах. Так, для легкоплавкого молочного жира (с йодным числом более 39) сливки охлаждают сначала до 13–15 °С, выдерживают в течение 3 ч, затем охлаждают до 4–6 °С и снова выдерживают не менее 3 ч. Для сливок с низким йодным числом (ниже 39) применяют обратный порядок температурных условий созревания: сначала охлаждение до 5–7 °С с той же выдержкой, а затем нагрев до 13–15 °С с той же выдержкой. Подготовленные таким образом сливки направляют на сбивание [7].

Сливки с измененным в результате ферментативного гидролиза углеводным составом являются основным сырьем для выработки жиросодержащей низколактозной молочной продукции. При ее изготовлении также могут применяться особые температурные режимы подготовки сливок, которые устанавливаются изготовителем с целью достижения максимальной степени гидролиза лактозы под действием фермента лактазы. В зависимости от массовой доли лактозы в сливках, активности используемого фермента, дозы его внесения и применяемой температуры в диапазоне 5–10 °С продолжительность ферментации сливок может составлять от 4 до 32 ч [8]. В процессе ферментации в сливках меняются органолептические характеристики, и в зависимости от температурно-временных режимов и исходной бактериальной обсемененности могут наблюдаться изменения физико-химических показателей. Наличие остаточной микрофлоры и возможное вторичное обсеменение сливок может повышать уровень микробиологических рисков и снижать их качество, что связано с воздействием ферментативных систем присутствующей микрофлоры на составные части сливок.  $\beta$ -галактозидаза, выполняющая основную функцию – расщепление лактозы, по данным [9, 10], обладает остаточной протеолитической активностью. На примере изучения ферментирования  $\beta$ -галактозидазой молока выявлено повышение небелкового и аминного азота. Эти компоненты могут положительно влиять на развитие остаточной микрофлоры любой среды, в том числе сливок.

Остаточная микрофлора пастеризованных сливок, направляемых на переработку по той или иной схеме, представлена преимущественно спорообразующими микроорганизмами. Эти термотолерантные бактерии в настоящее время позиционируются как новая проблема при производстве многих продуктов питания, в том числе молочных с длительным сроком хранения. Вырабатываемые ими ферменты – протеазы и липазы, – могут привести к формированию таких дефектов, как «мелкозернистая кремообразная масса» и «сладкое свертывание» в жидких продуктах, или появлению горького и прогорклого привкусов – в жировых продуктах [11–14]. Так, бактерии рода *Bacillus* способны выживать в виде спор, а затем прорасти при температуре около 6 °С и размножаться до уровня, вызывающего порчу продукта.

Значимой группой микроорганизмов, также способной негативно влиять на качество молочных



Источник изображения: freepik.com

продуктов, в том числе производимых на основе сливок, являются колиформные бактерии. Их рассматривают как индикатор санитарных условий производства [3, 15, 16]. БГКП представляют собой аэробные или факультативно анаэробные грамотрицательные, не образующие спор палочки, способные ферментировать лактозу с образованием газа и кислоты в течение 24 ч при температуре 32–35 °С. Источником попадания БГКП в пастеризованные сливки чаще всего является вторичное обсеменение из оборудования. В литературе описывается проявление их психротрофных свойств, что может быть причиной образования посторонних привкусов в готовом продукте, хранящемся при низких плюсовых температурах.

С учетом возможности развития споровой микрофлоры и БГКП при условиях, применяемых в ходе подготовки сливок к дальнейшей переработке, представляется целесообразным оценить динамику их роста в контаминированных этими группами микроорганизмов сливках обычного состава и сливках с измененным вследствие ферментатив-

ного гидролиза углеводным составом. Ферментативный гидролиз, происходящий под воздействием  $\beta$ -галактозидазы, обуславливает расщепление лактозы до глюкозы и галактозы, что в результате может обеспечить большую доступность остаточной микрофлоры пастеризованных сливок к углеводным источникам питания и в дальнейшем повлиять на качество продуктов, вырабатываемых из таких сливок. В связи с этим исследования по динамике развития отдельных групп микроорганизмов в ферментированных сливках являются актуальными и могут быть применены при обосновании качества сырья и режимов их подготовки при изготовлении продуктов на их основе.

**Цель исследования** – оценка динамики развития БГКП и споровых микроорганизмов рода *Bacillus* в сливках с исходным и измененным в результате ферментативного гидролиза составом при их подготовке к дальнейшей переработке при температурах в диапазоне от 5 до 10 °С.

### Объекты и методы исследования

Объекты исследования:

- сливки с массовой долей жира  $35,0 \pm 1,5$  и  $40,0 \pm 1,5$  % пастеризованные (далее – Контроль). Пастеризацию проводили при температуре 92–95 °С в течение 10 мин для снижения влияния нативной остаточной микрофлоры на изменение качества сливок в процессе последующей низкотемпературной выдержки;
- сливки аналогичной жирности, пастеризованные при тех же условиях и ферментированные  $\beta$ -галактозидазой (далее – Опыт). Для ферментирования сливок применяли фермент Biolactase L20 активностью 20000 ед./мл, полученный с использованием штаммов-продуцентов *Kluyveromyces lactis*. Режим гидролиза: доза фермента 0,16 %; температура  $5 \pm 1$  °С; продолжительность 17 ч.

Варианты сливок контаминировали тест-культурами *Escherichia coli* (штамм М-17-02) и *Bacillus subtilis* (штамм М-71) из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов, далее изучали динамику их развития при температурах  $5 \pm 1$  и  $10 \pm 1$  °С в течение 24 и 48 ч. Первый температурно-временной режим выбран исходя из того, что он применяется при резервировании сливок до переработки в различные молочные продукты, второй – в технологии производства сливочного масла методом сбивания.

Показатели и методы их контроля:

- вкус, запах, цвет и консистенция сливок – по ГОСТ 34355-2017;
- массовая доля жира – по ГОСТ 5867-2023, титруемая кислотность сливок – по ГОСТ 3624-92, активная кислотность – по ГОСТ 32892-2014 с использованием рН-метра рН-150МИ, массовая доля углеводов – методом капиллярного электрофореза с использованием системы «Капель-105М» с модификацией пробоподготовки сливок, описанной в [8];
- микробиологические показатели сливок – 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.

Обработку данных физико-химических и микробиологических показателей и построение графиков осуществляли с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2016. Значения показателей для каждого образца представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения «Mean ± 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

Оценка углеводного состава контрольных сливок массовой долей жира  $35,0 \pm 1,5$  и  $40,0 \pm 1,5$  % показала, что содержание лактозы в них составило  $3,19-3,22$  и  $2,82-2,87$  % соответственно. В ферментированных  $\beta$ -галактозидазой сливках лактоза не выявлена (менее 0,02 %), их углеводный состав

был представлен глюкозой (1,44–1,59 %) и галактозой (1,45–1,53 %). За счет гидролиза лактозы исходные пастеризованные сливки, в дополнение к выраженным сливочному вкусу и привкусу высоко-температурной обработки, приобрели более интенсивный сладковатый профиль вкуса. Титруемая кислотность опытных и контрольных образцов сливок составляла  $11,5-13,5$  °Т, а активная кислотность находилась на уровне  $6,52-6,60$  ед. рН.

Бактериальный пейзаж контрольных и опытных образцов сливок с различным углеводным составом до внесения тест-культур отражен в таблице. Его оценка показала отсутствие значимых различий в исходной обсемененности опытных и контрольных образцов.

Представленные результаты исследования свидетельствуют о низком содержании или отсутствии в  $1 \text{ см}^3$  значимых групп микроорганизмов в сливках обоих вариантов, что является необходимым условием для выявления динамики развития исследуемых тест-культур в подготовленных сливках в процессе хранения.

**Изучение динамики изменения содержания БГКП в сливках без дополнительной обработки и сливках, подвергнутых ферментативному гидролизу  $\beta$ -галактозидазой.** БГКП – один из показателей безопасности для готовых молочных продуктов, характеризующий соблюдение температурных режимов и санитарно-гигиенических условий получения продукта. В то же время данная группа микроорганизмов является микрофлорой порчи и может при интенсивном развитии приводить к появлению пороков как вкуса и запаха, так и консистенции и внешнего вида [3, 12, 13]. Для оценки развития БГКП в сливках с различным углеводным составом использовали тест-культуру *E. coli*, как типичного представителя БГКП. Тест-культуру готовили на питательном бульоне при температуре  $37 \pm 1$  °С, после чего вносили в сливки

Таблица. Результаты микробиологических исследований сливок с различным углеводным составом

Образец	КМАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup>	КСАФАнМ, КОЕ/см <sup>3</sup>	Количество дрожжей и плесневых грибов, КОЕ/см <sup>3</sup>	Количество спор анаэробных микроорганизмов, НВЧ спор/см <sup>3</sup>	БГКП, КОЕ/см <sup>3</sup>
Контроль	$5,0 \pm 1,0$	$4,0 \pm 1,0$	отсут. в $1,0 \text{ см}^3$	$0,3 \pm 0,3$	отсут. в $1,0 \text{ см}^3$
Опыт	$4,5 \pm 1,5$	$4,0 \pm 1,0$	отсут. в $1,0 \text{ см}^3$	отсут. в $1,0 \text{ см}^3$	отсут. в $1,0 \text{ см}^3$

с температурой  $5 \pm 1$  и  $10 \pm 1$  °С для создания концентрации на уровне не менее  $10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>. Содержание кишечной палочки в сливках после внесения тест-культуры составило  $(7,2 \pm 1,2) \times 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup> (соответствует  $3,9 \lg$  КОЕ/см<sup>3</sup>). Изменение содержания *E. coli* в вариантах сливок с различным углеводным составом при температурах  $5 \pm 1$  и  $10 \pm 1$  °С представлено на рисунке 1.

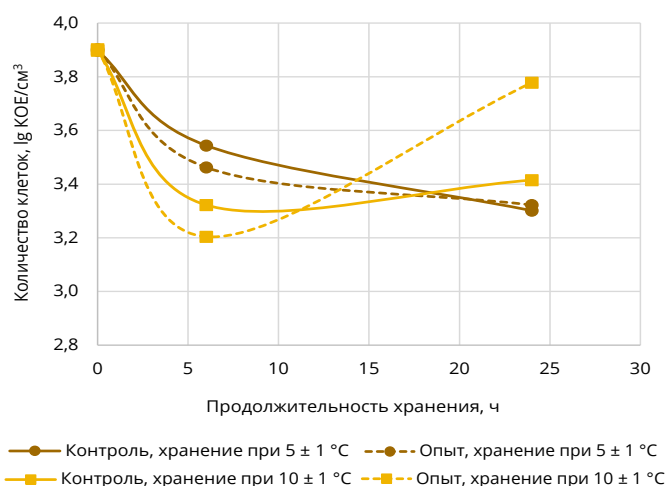
Как показали результаты исследования, при температуре  $5 \pm 1$  °С в течение 24 ч выдержки наблюдается снижение численности тест-культуры до  $(3,2 \pm 0,3) \times 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>, независимо от варианта. Значимых различий между контаминированными опытными и контрольными образцами не обнаружено ( $p > 0,05$ ). Следовательно, можно заключить, если подготовка сливок к дальнейшей переработке проходит при данной температуре и пастеризованные сливки-сырье соответствуют требованиям по показателю БГКП (отсутствие в  $0,01$  см<sup>3</sup>), то риски их развития в течение 24 ч минимальны. Вместе с тем в случае осуществления ферментативного гидролиза лактозы в условиях данной температуры и для обеспечения необходимой эффективности процесса потребуется существенное, практически вдвое, увеличение дозы вносимого фермента [8], что в итоге приведет к увеличению себестоимости продукции.

При повышенной температуре  $10 \pm 1$  °С, как показывают результаты исследований, после снижения численности тест-культуры и адаптации ее к внешним условиям (понижению температуры в сравнении с примененной оптимальной для наращивания тест-культуры) наблюдается тенденция развития. Она более выражена в сливках, подвергнутых обработке ферментом  $\beta$ -галактозидазой, что, вероятно, обусловлено повышением доступных источников энергии и питания. Следовательно, для данного режима выдержки в ферментированных сливках формируются условия больших микробиологических рисков, связанных с БГКП. Это предопределяет возможное получение из таких сливок готовой продукции, несоответствующей по данному показателю. Особенно эти риски велики, когда в дальнейшей технологической цепочке не предусмотрена повторная пастеризация сливок после их ферментативного гидролиза, в частности, при производстве масла методом сбивания сливок. Определенные риски остаются и при производстве безлактозной сметаны, когда процесс ферментативного гидролиза лактозы совмещается

со сквашиванием. Поэтому для гарантии качества наряду с соблюдением санитарно-гигиенического режима, эффективной мойкой и дезинфекцией оборудования важно обеспечить получение подлежащих ферментации пастеризованных сливок, в которых БГКП отсутствуют в  $1,0$  см<sup>3</sup>.

В рамках данного эксперимента изменений в титруемой кислотности сливок под воздействием внесенной группы микроорганизмов не выявлено – в течение 24 ч титруемая кислотность сохранялась на первоначальном уровне  $12,0 \pm 0,5$  °Т. Однако отмечено небольшое повышение активной кислотности: в опытных вариантах сливок на  $0,80 \pm 0,05$  ед. рН против  $0,77 \pm 0,05$  ед. рН в контрольных вариантах. Это может быть обусловлено накоплением продуктов метаболизма, изменяющих буферность системы, и возможным проявлением остаточных протеолитических свойств фермента  $\beta$ -галактозидазы, выявленных другими исследователями [10]. Более существенное изменение рН отмечено в сливках, хранившихся при  $10 \pm 1$  °С.

**Изучение динамики изменения содержания спорных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов рода *Bacillus* в сливках без дополнительной обработки и сливках, подвергнутых ферментативному гидролизу  $\beta$ -галактозидазой.** Споровые аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы рода *Bacillus* являются основной остаточной микрофлорой



Примечание: зависимости построены по средним значениям при  $n = 3$ , отклонения от среднего не более 5 %.

**Рисунок 1. Изменение содержания тест-культуры *E. coli* в контаминированных сливках с различным углеводным составом в процессе хранения при различных температурах**

молочных продуктов, изготовленных с применением высокотемпературной пастеризации. Данная группа микроорганизмов является признанной микрофлорой порчи для многих пищевых продуктов, в том числе молочных. Представители рода *Bacillus* могут вызывать различные пороки в зависимости от вида продукта и присутствующего микроорганизма, а также температурно-временных условий существования [9–12]. В качестве тест-культуры споровых аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов использовали *Bacillus subtilis* M-71. *Bacillus subtilis* – грамположительная бактерия с интенсивным метаболизмом, способная выделять широкий спектр ферментов (амилазы, липазы, протеазы, целлюлазы) для расщепления сложных углеводов и белков. Тест-культуру наращивали на косяке питательного агара, выполняли смыв с косяка стерильным физиологическим раствором и вносили в сливки в виде суспензии спор и вегетативных клеток. Количество тест-культуры после внесения составило  $(3,1 \pm 0,6) \times 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

Изменение содержания тест-культуры *B. subtilis* в вариантах сливок представлено на рисунке 2.

Зависимости построены по средним значениям при  $n = 3$ , отклонения от среднего не более 5 %.

Результаты исследований показали, что на момент окончания выдержки (48 ч) существенных изменений в содержании тест-культуры *B. subtilis*

при обоих температурных режимах, независимо от вида сливок, не выявлено. Однако в течение первых 6 ч наблюдалось увеличение количества споровых форм, более выраженное в ферментированных сливках. Предположительно, это связано с прорастанием части спор, переходом их в вегетативную форму при одновременном протекании процесса спорообразования. При дальнейшей выдержке отмечено небольшое снижение количества спор и стабилизация уровня содержания споровых форм и вегетативных клеток. Изменений вкуса и запаха в образцах сливок за 48 ч выдержки не выявлено. Ранее установлено [3], что проявление микробиологических рисков, связанных со споровыми аэробными и факультативно-анаэробными микроорганизмами, отражалось в изменении органолептических показателей сливок с неизменным составом, хранившихся при температуре 10 °С. Однако эти изменения наблюдались на более поздних сроках хранения, чем используемые в настоящей работе, т. е. 48 ч. Например, исследование органолептических характеристик сливок с массовой долей жира 32 %, обсемененных тест-культурой *B. subtilis* на уровне  $9,9 \times 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>, споровых форм  $2,8 \times 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>, показало снижение оценки за вкус и запах сливок с 5,0 до 4,5 баллов, хранившихся в течение 8 суток при температуре 10 °С [3]. При этом содержание споровых форм, как и в проведенных нами исследованиях, сохранилось на начальном уровне.

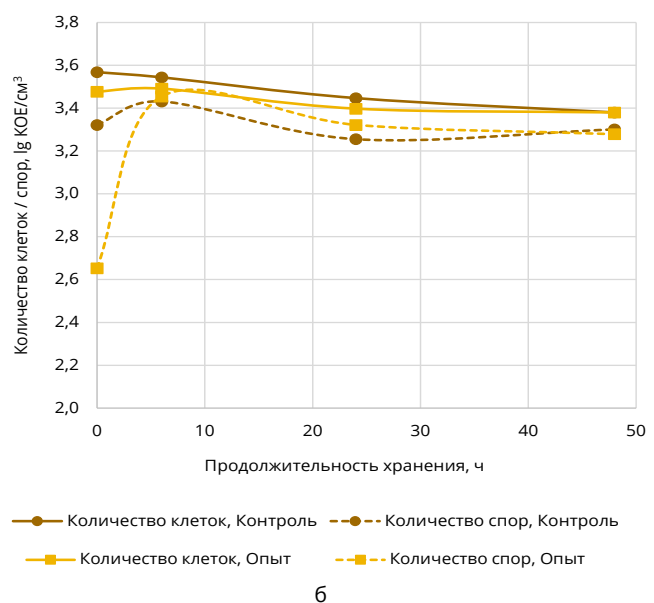
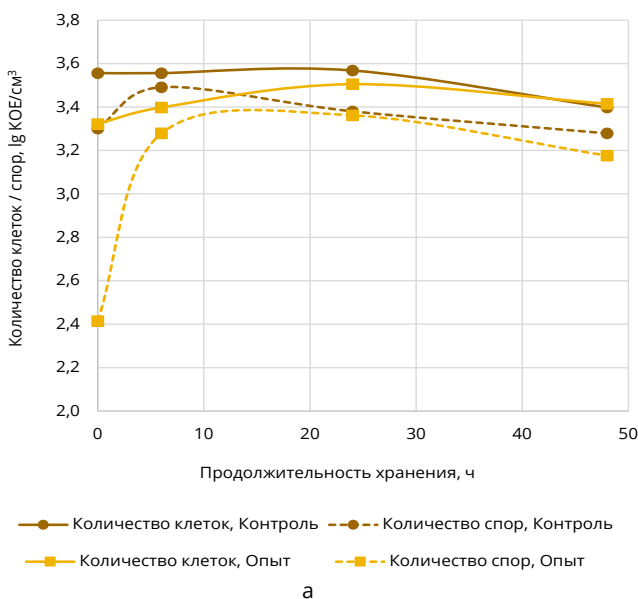


Рисунок 2. Изменение содержания тест-культуры *Bacillus subtilis* в контаминированных сливках с различным углеводным составом в процессе хранения: а) при температуре  $5 \pm 1$  °С; б) при температуре  $10 \pm 1$  °С

Контаминация тест-культурой *B. subtilis* и выдержка в течение 48 ч не повлияла на изменение титруемой кислотности сливок, которая на протяжении эксперимента сохранялась на первоначальном уровне –  $13,0 \pm 0,5$  °Т. Как и в случае внесения тест-культуры *E. coli*, выявлен прирост активной кислотности: для контаминированных опытных образцов он составил  $0,71 \pm 0,05$  ед. рН против  $0,65 \pm 0,05$  ед. рН в контаминированных контрольных вариантах. Более существенное повышение рН также отмечено при  $10 \pm 1$  °С. Изменения связаны с продолжительностью выдержки и способностью самой культуры *B. subtilis* к выраженной протеолитической активности, обуславливающей возможность «сладкого свертывания» молочной среды без изменения титруемой кислотности, что согласуется с данными [11, 12].

Несмотря на то что в рамках данного эксперимента не выявлено существенного развития споровых аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, риски их возможного негативного влияния на продукты, вырабатываемые из сливок, в том числе ферментированных  $\beta$ -галактозидазой, сохраняются. Это обусловлено повышением уровня споровых форм, которые при благоприятных условиях на этапах технологического процесса производства продуктов и их хранения могут прорасти и развиваться.

## Выводы

Оценка физико-химических показателей пастеризованных сливок с разным углеводным составом и динамики развития БГКП и споровых микроорганизмов рода *Bacillus* в них выявила следующее:

- при температурах в диапазоне от 5 до 10 °С, используемых при подготовке сливок к дальнейшей переработке, сохраняются микробиологические риски, связанные с наличием в них споровых микроорганизмов рода *Bacillus*, а также в случае вторичного обсеменения;
- степень рисков выше в сливках с измененным в результате действия  $\beta$ -галактозидазы углеводным составом, что обусловлено различиями метаболической активности исследованных групп микроорганизмов в сравнении со сливками обычного состава;
- выявлены различия в динамике развития микроорганизмов в среде с разным углеводным составом, связанные с большей доступностью продуктов гидролиза и протеолиза для развития микроорганизмов в ферментированных сливках. Полученные данные по динамике развития исследованных групп микроорганизмов в ферментированных сливках могут быть применены для прогнозирования качества сливок-сырья и обоснования режимов их подготовки при изготовлении молочных продуктов на их основе. ■

Поступила в редакцию: 27.02.2026

Принята в печать: 07.04.2026

## Dynamics of Some Microbial Groups in Conventional and $\beta$ -Galactosidase-Fermented Cream during Intermediate Storage

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

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

Many technologies that involve cow's milk cream require intermediate storage at low, above-zero temperatures to promote the growth of resistant microflora. However, some cases require higher temperatures. For example, lactose-free products need special cream preparation modes, particularly during the enzymatic hydrolysis of lactose. The intermediate storage in this case depends on several factors and can be as long as 32 h. Furthermore, cream is rich in non-protein and amino nitrogen, caused by the proteolytic activity of the  $\beta$ -galactosidase enzyme, which affects the development of residual microflora, increasing the risk of quality deterioration. The study featured the effect of temperature and time on the development of individual microbial communities in conventionally formulated cream and cream fermented with  $\beta$ -galactosidase during storage. The development dynamics of coliform bacteria and spore-forming microorganisms of the genus *Bacillus* were assessed in cream samples with different carbohydrate compositions at 5 and 10°C. The samples stored at 5°C demonstrated a lower coliform bacterial count, regardless of the carbohydrate composition. The temperature of 10°C, on the contrary, facilitated their development. The changes in spore-forming microorganisms of the genus *Bacillus* showed an increase in the spore count in the cream during the first 6 h of storage, followed by a decrease and stabilization of the total spore count and vegetative cells. Subsequently, no significant changes in the spore microflora content were detected at either temperature, regardless of the carbohydrate composition. The cream maintained within the studied temperature range (5 to 10°C) remained subject to microbiological risks associated with spore-forming microorganisms of the genus *Bacillus*, as well as coliform bacteria (secondary contamination). However, these risks were significantly higher in the cream samples with altered carbohydrate composition.

**Key words:** cream, lactose-free cream, coliform bacteria, spore microflora, *Bacillus*

## Список литературы

1. **Топникова, Е. В.** Формирование выраженности характерного вкуса и аромата сливок разного состава / Е. В. Топникова, Е. С. Данилова, Ю. В. Никитина // Молочная промышленность. 2020. № 12. С. 42–46. <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-12-42-46>; <https://elibrary.ru/frowph>
2. **Salehi, N.** Investigating the changes in cream properties following topical application and their influence on the product efficiency / N. Salehi, S. M. Mortazavi, H. Moghimi // Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 2022. Vol. 21(1). <https://doi.org/10.5812/ijpr.123946>; <https://elibrary.ru/adxomf>
3. **Свириденко, Г. М.** Оценка микробиологических рисков в сливках как сырье для маслоделия / Г. М. Свириденко, М. Б. Захарова, Н. В. Иванова // Пищевые системы. 2021. № 4(4). С. 259–268. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-4-259-26>; <https://elibrary.ru/intlsw>
4. **Deosarkar, S. S.** Butter: Manufacture / S. S. Deosarkar, C. D. Khedkar, S. D. Kalyankar // Encyclopedia of Food and Health. Ed. by B. Caballero, P. M. Finglas, F. Toldrá. – Academic Press, 2016. – P. 529–534. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00094-5>
5. **Lindsay, D.** Heat induced inactivation of microorganisms in milk and dairy products / D. Lindsay [et al.] // International Dairy Journal. 2021. Vol. 121. Art. no. 105096. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105096>
6. **Вышемирский, Ф. А.** Масло из коровьего молока и комбинированное / Ф. А. Вышемирский. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 720 с.
7. **Топникова, Е. В.** Основные процессы при изготовлении масла из сливок разными методами / Е. В. Топникова // Молочная промышленность. 2020. № 5. С. 50–53. <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-05-50-53>; <https://elibrary.ru/zjbfic>
8. **Топникова, Е. В.** Исследование закономерностей гидролиза лактозы в сливках – сырье для изготовления безлактозных и низколактозных продуктов маслоделия / Е. В. Топникова [др.] // Пищевая промышленность. 2025. № 4. С. 135–139. <https://doi.org/10.52653/PPI.2025.4.4.025>; <https://elibrary.ru/ghlrrd>
9. **Жижин, Н. А.** Исследование влияния фермента  $\beta$ -галактозидазы на хранимоспособность низколактозного молока / Н. А. Жижин // Аграрная наука. 2021. № 352(9). С. 42–45. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-352-9-48-51>; <https://elibrary.ru/apctso>
10. **Калугина, Д. Н.** Оценка белкового состава как критерия хранимоспособности безлактозного молока / Д. Н. Калугина, Н. А. Жижин // Молочная промышленность. 2022. № 2. С. 19–21. <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2022-02-19-21>; <https://elibrary.ru/mwvfkf>
11. **Lücking, G.** Characterization of aerobic spore-forming bacteria associated with industrial dairy processing environments and product spoilage / G. Lücking [et al.] // International Journal of Food Microbiology. 2013. Vol. 166(2). P. 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.07.004>
12. **Lopez-Brea, S. G.** Spore-forming bacteria in dairy products / S. G. Lopez-Brea, N. Gómez-Torres, M. Á. Arribas // Microbiological Opportunities and Challenges in the Dairy Industry. 2017. P. 12–36. <https://doi.org/10.1002/9781119115007.ch2>
13. **Tirloni, E.** *Bacillus cereus* in dairy products and production plants / E. Tirloni [et al.] // Foods. 2022. Vol. 11(17). Art. no. 2572. <https://doi.org/10.3390/foods11172572>
14. **Buehler, A. J.** Psychrotolerant spore-former growth characterization for the development of a dairy spoilage predictive model / A. J. Buehler [et al.] // Journal of Dairy Science. Vol. 101(8). P. 6964–6981. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14501>
15. **Martin, N. H.** The evolving role of coliforms as indicators of unhygienic processing conditions in dairy foods / N. H. Martin [et al.] // Frontiers in Microbiology. 2016. Vol. 7. Art. no. 1549. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01549>
16. **Hassan, G. M.** Impact of spoilage microorganisms on some dairy products / G. M. Hassan [et al.] // Assiut Veterinary Medical Journal. 2019. Vol. 65(161). P. 133–141.

