

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-4-590-597>

Поступила 07.11.2024

Поступила после рецензирования 18.12.2024

Принята в печать 23.12.2024

© Свириденко Г. М., Захарова М. Б., Топникова Е. В., 2024

<https://www.fsjour.com/jour>

Научная статья

Open access

ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ СО СПОРОВОЙ МИКРОФЛОРОЙ, НА КАЧЕСТВО И ХРАНИМОСПОСОБНОСТЬ СЛИВОЧНОГО МАСЛА РАЗНЫХ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА

Свириденко Г. М., Захарова М. Б.*, Топникова Е. В.

Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия, Углич, Ярославская область, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: АННОТАЦИЯ

сливочное масло,
хранимоспособность,
тест-культура,
споры
микроорганизмов,
сбивание сливок,
преобразование
высокожирных сливок

В статье представлены результаты исследований влияния спорных бактерий на качество и хранимоспособность сливочного масла в зависимости от способа его изготовления — сбиванием сливок (СС) или преобразованием высокожирных сливок (ПВЖС). При проведении исследований использовался имитационный подход, включающий следующие этапы: снижение микробной обсемененности сливок-сырья и их контаминация тест-культурой спорных микроорганизмов; изготовление масла по существующим технологическим схемам; контроль за развитием тест-культуры на стадиях изготовления и хранения сливочного масла. Объектами исследования служили: сливки до и после пастеризации; сливки пастеризованные, обсемененные тест-культурой *Bacillus subtilis*; сливочное масло, изготовленное способом СС и ПВЖС из контаминированных сливок. Хранение образцов масла осуществляли при температурных режимах $3 \pm 2^\circ\text{C}$, $10 \pm 1^\circ\text{C}$ и $25 \pm 1^\circ\text{C}$. Оценку качества и хранимоспособности сливочного масла проводили с учетом значимых критериев забраковки, отражающих требования документов по стандартизации. Для этого стандартизованными методами определяли микробиологические и физико-химические показатели, в том числе содержание вегетативных клеток и спорных форм тест-культуры *Bacillus subtilis*, кислотность молочной плазмы, показатели окислительной порчи жировой фазы. Органолептические показатели оценивали по вкусу, запаху, консистенции и внешнему виду. В результате проведенных исследований установлено, что при изготовлении и хранении масла наибольшие микробиологические риски, связанные со спорными бактериями рода *Bacillus* и приводящие к снижению его качества и хранимоспособности, наблюдаются при изготовлении методом сбивания, что обусловлено технологическими особенностями производства (продолжительность процессов, температурные режимы. При изготовлении масла методом ПВЖС риски, связанные со спорными аэробными микроорганизмами, менее значимы. Это обеспечивает длительное сохранение исходных показателей безопасности и качества масла при регламентированной температуре $3 \pm 2^\circ\text{C}$, а также более высокую хранимоспособность при повышенных температурных режимах хранения в сравнении с маслом, изготовленным методом сбивания.

ФИНАНСИРОВАНИЕ: Статья подготовлена в рамках выполнения исследований по государственному заданию № FGUS-2024-0008 ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН.

Received 07.11.2024

Accepted in revised 18.12.2024

Accepted for publication 23.12.2024

© Sviridenko G. M., Zakharova M. B., Topnikova E. V., 2024

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Original scientific article

Open access

INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL RISKS ASSOCIATED WITH SPORE-FORMING MICROFLORA ON THE QUALITY AND STORABILITY OF BUTTER FROM DIFFERENT PRODUCTION METHODS

Galina M. Sviridenko, Marina B. Zakharova*, Elena V. Topnikova

All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking, Uglich, Yaroslavl Region, Russia

KEY WORDS:

butter, storability, test
culture, spore-forming
microorganisms, cream
churning, high-fat
cream conversion

ABSTRACT

The article presents the results of studies of the effect of spore-forming bacteria on the quality and storability of butter depending on the method of its production — cream churning (CC) or high-fat cream transformation (HFCT). A simulation approach was used in conducting the research, including the following stages: reduction of microbial contamination of raw cream and its contamination with a test culture of spore-forming microorganisms; production of butter according to existing technological schemes; control over the development of the test culture at the stages of production and storage of butter. The objects of the study were: cream before and after pasteurization; pasteurized cream contaminated with a test culture of *Bacillus subtilis*; butter made by CC and HFCT from contaminated cream. Storage of butter samples was carried out at temperatures of $3 \pm 2^\circ\text{C}$, $10 \pm 1^\circ\text{C}$ and $25 \pm 1^\circ\text{C}$. The quality and storability of butter were assessed taking into account significant rejection criteria reflecting the requirements of standardization documents. For this purpose, microbiological and physicochemical indicators were determined using standardized methods, including the content of vegetative cells and spore forms of the *Bacillus subtilis* test culture, milk plasma acidity, and indicators of oxidative spoilage of the fat phase. Organoleptic indicators were assessed by taste, smell, consistency, and appearance. As a result of the studies, it was established that during the production and storage of butter, the greatest microbiological risks associated with spore-forming bacteria of the genus *Bacillus* and leading to a decrease in its quality and storability were observed during production by the churning method, which is due to the technological features of production (duration of processes, temperature conditions). When producing butter using the HFCT method, the risks associated with spore-forming aerobic microorganisms were less significant. This ensures long-term preservation of the initial safety and quality indicators of butter at a regulated

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Свириденко, Г. М., Захарова М. Б., Топникова Е. В. (2024). Влияние микробиологических рисков, связанных со споровой микрофлорой, на качество и хранимоспособность сливочного масла разных способов производства. *Пищевые системы*, 7(4), 590–597. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-4-590-597>

FOR CITATION: Sviridenko, G. M., Zakharova, M. B., Topnikova, E. V. (2024). Influence of microbiological risks associated with spore-forming microflora on the quality and storability of butter from different production methods. *Food Systems*, 7(4), 590–597. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2024-7-4-590-597>

temperature of 3 ± 2 °C, as well as higher storability at elevated storage temperatures in comparison with butter produced using the churning method.

FUNDING: The article was prepared as part of research under state assignment No. FGUS-2024-0008 of the V. M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences.

1. Введение

Сливочное масло, благодаря его приятным вкусовым характеристикам и хорошей сочетаемости с другими компонентами пищи, является широко потребляемым во всем мире продуктом питания, используемым в рационах разных групп населения [1,2]. Оно содержит ряд важных для организма макро- и микронутриентов, включая жирные кислоты, жирорастворимые витамины, минеральные компоненты и фосфолипиды, что позволяет считать сливочное масло полезным пищевым продуктом [3,4]. Его производство, изначально возникшее как способ консервирования молочного жира, сегодня рассматривается большинством молокоперерабатывающих предприятий как важное направление их деятельности. Сливочное масло обладает длительными сроками годности, благодаря чему относится к стратегически значимым продуктам, обеспечивающим продовольственную безопасность. Для соответствия своему назначению сливочное масло должно иметь необходимые качественные характеристики, а также соответствовать требованиям безопасности, в первую очередь по микробиологическим показателям.

Как концентрированный жировой продукт, характеризующейся низким содержанием влаги и питательных веществ, сливочное масло не является благоприятной средой для развития микроорганизмов. В то же время риски порчи, связанные с микрофлорой, сохраняются и зависят от структуры масла, от распределения жировых и нежировых компонентов, от дисперсности молочной плазмы и от доступности ее компонентов для остаточной микрофлоры [5,6,7,8]. В этой связи немаловажным фактором стабильности качества готового продукта является строгое соблюдение температурных режимов в цепочке поставок сливочного масла конечному потребителю.

Порча сливочного масла в процессе хранения может быть связана с изменениями жировой фазы и молочной плазмы. Интенсивность порчи предопределяется качеством исходного продукта и условиями его хранения. В случае нарушений режимов хранения остаточная микрофлора масла способна развиваться в плазме и провоцировать образование метаболитов, непосредственно участвующих в формировании пороков вкуса, запаха и внешнего вида [1,9]. Причем чем больше размер капель плазмы в масле, тем более благоприятные условия для развития остаточной микрофлоры могут создаваться в процессе хранения продукта.

Стандартом на сливочное масло ГОСТ 32261-2013¹ предусмотрены регулируемые и контролируемые параметры холодильного хранения при низких плюсовых и минусовых температурах. Однако, несмотря на низкотемпературные режимы хранения, некоторые виды остаточной микрофлоры могут проявлять метаболическую активность, вызывая порчу, ухудшение качества, снижение хранимостепособности и сроков годности готового продукта. Микробиологические риски снижения качества или порчи масла в первую очередь обусловлены видовым составом микрофлоры и количественным ее содержанием в сырье и готовом продукте [10,11]. Во многих научных публикациях, посвященных оценке качества и хранимостепособности сливочного масла различного состава, включая новые виды, отмечается важность комплексного анализа рисков. Такой анализ учитывает микробиологические и биохимические риски сырьевого и технологического характера, которые могут привести к изменению физико-химических и органолептических свойств продукта [5,12–16].

В сливочном масле традиционных видов, получаемом из пастеризованных сливок коровьего молока, качественный состав и исходный уровень микрофлоры готового продукта во многом определяется технологическими режимами и приемами, конструктивными особенностями используемого оборудования, т. е. зависит от метода производства сливочного масла.

Для многих стран распространенным способом производства сливочного масла является метод сбивания сливок (СС), основанный на сбивании пастеризованных сливок, подвергнутых физическому созреванию, в маслоизготовителях периодического или непрерывного действия с последующим удалением пахты и формованием пласта масла из отдельных масляных зерен. Продолжительность

процессов при изготовлении масла методом СС достигает 20–24 ч с преобладанием температуры ниже точки плавления молочного жира — от 5 °C до 20 °C [3,17]. Значимыми этапами технологического процесса с точки зрения микробиологической чистоты готового продукта являются созревание сливок и этап сбивания в аппаратах периодического действия. Эти этапы связаны с возможной реактивацией клеток после термошока и дополнительным обсеменением сливок посторонней микрофлорой. Источниками вторичного обсеменения посторонней микрофлорой могут быть внутренняя поверхность маслоизготовителя, пахта или вода, используемые для нормализации сливок или промывки масляного зерна, а также воздушная среда. При данном способе производства масла капли молочной плазмы имеют более крупный размер [18], что делает питательные вещества в них более доступными для остаточной микрофлоры сливочного масла. Кроме того, выработанное этим способом сливочное масло содержит больше воздуха, что может повлиять на развитие микрофлоры и ускорить процессы окислительной порчи.

В Российской Федерации разработан и широко применяется способ производства сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок (ПВЖС), предусматривающий получение высокожирных сливок из пастеризованных и их дальнейшее обращение в готовый продукт за счет интенсивного термомеханического воздействия в зоне массовой кристаллизации жира в специальных аппаратах — маслообразователях непрерывного действия [17]. При изготовлении масла методом ПВЖС риски развития микрофлоры менее значимы, что связано с более коротким технологическим процессом (примерно в 3 раза быстрее, чем при методе СС) и более высокими температурами (65–95 °C), используемыми на стадии получения высокожирных сливок. Кроме того, это объясняется более высокой дисперсностью молочной плазмы и минимальным содержанием газовой фазы, что способствует лучшей устойчивости готового продукта при хранении [5,18].

При производстве продуктов маслodelия для снижения активности нативных ферментных систем молока применяются режимы пастеризации сливок при температуре выше 85 °C. Это не только способствует формированию выраженного вкуса и запаха продукта, но и уничтожает большинство бактерий, существенно снижая микробиологические риски, которые могут привести к потере качества и хранимостепособности готового продукта [1,18–20]. Использование высокотемпературной пастеризации сливок при производстве продуктов маслodelия позволяет значительно понизить уровень бактериальной обсемененности сливок-сырья. Основную остаточную микрофлору сливок, прошедших высокотемпературную пастеризацию, а также микрофлору свежесывороточного масла составляют спорные микроорганизмы преимущественно рода *Bacillus*. Данная группа микроорганизмов широко распространена в окружающей среде: в почве, в пыли, в травах и сухих кормах, в водной и воздушной среде [21,22]. Они регулярно выделяются из пищевых продуктов, прошедших термическую обработку, включая пастеризованные молочные продукты, в том числе сливочное масло, и являются общепризнанной микрофлорой порчи [23–28].

В статье Odeyemi et al. порча пищевых продуктов характеризуется как «изменение качества пищевых продуктов, которое делает их нежелательными и непригодными для потребления, как людьми, так и животными, из-за таких показателей порчи, как неприятный запах и изменения текстуры и внешнего вида» [29].

Развитие спорообразующих микроорганизмов рода *Bacillus* может в значительной степени повлиять не только на показатели качества, но и на безопасность молочных продуктов за счет продуцирования отдельными видами бацилл токсинов, вызывающих пищевые отравления [22]. Преимущественным источником данной группы микроорганизмов применительно к молочной продукции является сырое молоко. Количество спорных форм в 1 см³ молока варьируется в зависимости от условий содержания животных, вида корма, санитарных условий на ферме, времени года и местонахождения. Оно может изменяться от единичных клеток, как указано в литературе [30], до 10⁴ КОЕ/см³ [29,31].

Высокое исходное содержание спорной микрофлоры увеличивает риски снижения качества готовой продукции, особенно при длительном хранении сливочного масла. Развитие и дополнительное

¹ ГОСТ 32261-2013 «Масло сливочное. Технические условия» — Москва: Стандартинформ, 2019. — 20 с.

обсеменение микроорганизмами рода *Bacillus* возможно на всех этапах — от молока-сырья до готового продукта. Это обусловлено наличием психротрофных видов рода *Bacillus* в сыром молоке [30], селективным выделением термостойких термофильных представителей на этапе тепловой обработки, проявлением адгезии к нержавеющей стали и образованием моно- и смешанных биопленок на оборудовании, которые являются дополнительным источником обсеменения при не эффективной мойке и дезинфекции используемого оборудования [32,33].

Отличительными характеристиками группы споровых микроорганизмов, имеющими важное значение для продуктов маслоделия, являются:

- наличие споровых форм, обеспечивающих устойчивость к высоким температурным режимам обработки сливок при изготовлении масла и возможность прорастания спор и развития при наступлении благоприятных условий в процессе хранения и реализации;
- широкий температурный интервал роста отдельных представителей, включая 3–20 °С для *B. megaterium* и 65–75 °С для *B. stearothermophilus* [34,35], что создает предпосылки для проявления метаболической активности на разных этапах изготовления и хранения масла;
- наличие сильных протеолитических и липолитических систем, которые за период хранения в зависимости от температурных режимов могут привести к появлению таких вкусовых пороков, как горький, прогорклый, окисленный, неспецифический [26,35,36].

Таким образом, с учетом применяемых технологических режимов и способов производства масла прогнозируемо наличие в нем споровых аэробных микроорганизмов, способных оказать влияние на качество и хранимостепособность продукта. Изучение степени этого влияния имеет как научное, так и практическое значение. В связи с этим целью исследований было проведение сравнительных испытаний влияния способа производства сливочного масла на уровень микробиологических рисков, связанных со споровыми аэробными и факультативно-анаэробными микроорганизмами рода *Bacillus*.

2. Материалы и методы

Для оценки влияния споровых микроорганизмов на качество и хранимостепособность сливочного масла в зависимости от метода его изготовления применяли имитационные методы исследования. Методология выполнения заключалась в максимальном снижении микробной обсемененности сливок-сырья путем термической обработки; контаминации сливок тест-культурой споровых микроорганизмов; изготовлении масла по существующим технологическим схемам; осуществлении контроля за развитием тест-культуры на стадиях изготовления и хранения сливочного масла.

Применение направленной контаминации сырья или готовых пищевых продуктов отдельными группами микроорганизмов широко используется в научных исследованиях для выявления закономерностей их развития в процессе производства и хранения продуктов (мясо, рыба, овощная и др. пищевая продукция), поскольку является хорошей доказательной базой полученных результатов [37,38].

При выполнении исследований объектами служили сливки массовой долей жира 40±2% — сырые, пастеризованные, пастеризованные с обсеменением тест-культурой споровых микроорганизмов, в т. ч. после их созревания, высокожирные сливки (ВЖС), а также образцы сливочного масла, полученные из контаминированных сливок способом ПВЖС и периодическим сбиванием в экспериментальном маслодельном цехе ВНИИМС.

В качестве тест-культуры для оценки микробиологических рисков использовали культуру споровых аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов *Bacillus subtilis* В-3120 (Биоресурсный центр Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов, «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва).

Для максимального снижения бактериальной обсемененности используемых в эксперименте сырых сливок их пастеризацию проводили при температуре 92±1 °С с выдержкой 8±2 мин. Нагрев и выдержку сливок осуществляли в закрытых емкостях из нержавеющей стали с рубашкой за счет подачи в нее острого пара. Используемые емкости предварительно подвергали дезинфекции, ополаскиванию стерильной водой и обработке острым паром.

При изготовлении масла способом сбивания пастеризованные сливки охлаждали до 16±1 °С, вносили тест-культуру *Bacillus subtilis* для создания концентрации жизнеспособных клеток на уровне 10⁴–10⁵ кл./см³, проводили созревание сливок в течение 16–18 ч при температуре 8–10 °С с последующим сбиванием в лабораторном ма-

слоизготовителе периодического действия МИ-0,01 с рабочей емкостью 10 л (Экспериментальный машиностроительный завод, Россия).

При изготовлении масла способом ПВЖС пастеризованные сливки охлаждали до 48±2 °С, вносили тест-культуры исследуемого микроорганизма для создания концентрации жизнеспособных клеток на уровне 10⁴–10⁵ кл./см³, подогревали сливки до температуры сепарирования 60±5 °С и получали высокожирные сливки (ВЖС). Из них изготавливали масло методом ПВЖС на лабораторной линии с маслообразователем цилиндрического типа МО-0,025 производительностью 25 кг/ч (Экспериментальный машиностроительный завод, Россия).

Влияние методов производства СС и ПВЖС на уровень микробиологических рисков, обусловленных споровыми аэробными и факультативно-анаэробными микроорганизмами рода *Bacillus*, исследовали на этапах изготовления и хранения масла в потребительской упаковке при трех температурных режимах:

- 3±2 °С — режим, предусмотренный стандартами для масла из коровьего молока;
- 10±1 °С — режим хранения при повышенных плюсовых температурах, позволяющий учесть возможные разрывы или нарушения в холодильной цепи на пути доставки продукции от изготовителя к потребителю;
- 25±1 °С — режим ускоренной порчи, использованный для выявления наиболее вероятных пороков в масле, образующихся в результате воздействия исследуемого микроорганизма на компоненты масла.

Хранение сливочного масла осуществляли до перевода в брак по комплексу органолептических, микробиологических и физико-химических показателей.

В исследуемых образцах масла физико-химические показатели определялись стандартизованными методами: титруемая кислотность жировой фазы и молочной плазмы — по ГОСТ Р 55361-2012, окисленность жировой фазы — по перекисному числу (ГОСТ ISO 3960-2013), а также с использованием пробы с 2-тиобарбитуровой кислотой (2-ТБК) [39]. Микробиологический контроль проб проводился с использованием стандартизованных методов по следующим показателям: количество жизнеспособных клеток мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), количество спор аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КСАФАнМ), а также БГКП — по ГОСТ 32901-2014², количество жизнеспособных клеток дрожжей и плесневых грибов — по ГОСТ 33566-2015³, количество спор анаэробных микроорганизмов (КСАнМ) — по ГОСТ 32012-2012⁴. Органолептическая оценка сливочного масла (вкус и запах, консистенция, внешний вид) проводилась группой аттестованных экспертов в соответствии с ГОСТ 32261-2013⁵.

Выработку масла методами СС и ПВЖС, а также исследование полученных образцов проводили с тройным повторением. Математическую обработку данных и построение графиков осуществляли с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2016. Для оценки статистически достоверных различий между выборочными средними использовали критерий Стьюдента. Статистически значимый результат оценивали при $p < 0,05$.

3. Результаты и обсуждение

Обобщенные результаты микробиологических исследований сырых и пастеризованных сливок-сырья, использованных в выработках масла методами СС и ПВЖС, представлены в Таблице 1. Анализ результатов свидетельствует о соответствии бактериальной обсемененности сырых сливок требованиям ТР ТС 033/2013⁶ и ГОСТ 34355-2017⁷ в отношении содержания КМАФАнМ. Качественный состав микрофлоры сырых сливок аналогичен микрофлоре сырого молока. Количественное содержание отдельных групп микроорганизмов, включая дрожжи [40] и споровых микроорганизмов, закономерно снижается по сравнению с сырым молоком при отсут-

² ГОСТ 32901-2014 «Молоко и молочная продукция. Методы микробиологического анализа». — Москва: Стандартинформ, 2015. — 24 с.

³ ГОСТ 33566-2015 «Молоко и молочная продукция. Определение дрожжей и плесневых грибов». — Москва: Стандартинформ, 2016. — 13 с.

⁴ ГОСТ 32012-2012 «Молоко и молочная продукция. Методы определения содержания спор мезофильных анаэробных микроорганизмов». — Москва: Стандартинформ, 2013. — 11 с.

⁵ ГОСТ 32261-2013 «Масло сливочное. Технические условия». — Москва: Стандартинформ, 2019. — 20 с.

⁶ ТР ТС 033/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции». Электронный ресурс <https://docs.cntd.ru/document/499050562>. Дата доступа: 11.10.2024

⁷ ГОСТ 34355-2017 «Сливки-сырье. Технические условия». — Москва: Стандартинформ, 2018. — 12 с.

Таблица 1. Результаты микробиологических исследований сливок-сырья, использованных для выработки масла методами СС и ПВЖС

Table 1. Results of the microbiological analyses of raw cream used for butter production by the CC and HFCT methods

Сырье	КМАФАнМ, КОЕ/см ³	БГКП, НВЧ кл./см ³	КСАФАнМ*, КОЕ/см ^{3*}	КСАнМ*, НВЧ спор/см ³	Дрожжи, КОЕ/см ³	Плесневые грибы, КОЕ/см ³
Сливки сырые Ж 40±2%	(8,7±0,7)×10 ⁴	(1,6±0,1)×10 ⁵	(3±2)×10 ⁰	(0,6±0,3)×10 ⁰	(4,0±3,7)×10 ²	(2,7±0,4)×10 ¹
Пастеризованные сливки	(4,0±3,0)×10 ⁰	Отсутствуют в 10 см ³	(3±1)×10 ⁰	Отсутствуют в 1 см ³ -	Отсутствуют в 1 см ³	Отсутствуют в 1 см ³

Примечание: данные приведены в форме «среднее значение ± стандартное отклонение». Достоверные различия ($p \leq 0,05$) установлены для всех показателей за исключением указанных в столбцах со знаком «*».

ствии нарушений в технологическом процессе. Среди жизнеспособных клеток сырых сливок максимальная доля приходится на БГКП и дрожжи. Спорная микрофлора, контроль которой осуществляется по количеству спорных форм, представлена единичными спорами в 1 см³ сливок. Это сопоставимо с результатами исследований сырого молока, согласно которым споры мезофильных микроорганизмов в сыром молоке выявляются до 1,76 lg КОЕ/см³ при среднем значении 0,26±0,56 lg КОЕ/см³ [41].

Используемые в эксперименте режимы пастеризации сливок (92±1 °C с выдержкой 8±2 мин) эффективны и обеспечивают уничтожение большинства микроорганизмов порчи, включая вегетативные формы бактерий, дрожжи и плесневые грибы. Остаточной микрофлорой сливок после пастеризации являются единичные клетки спорных бактерий, что прогнозируемо ввиду их высокой термостойкости, описанной в публикациях [24,26,27].

Для проведения экспериментальных выработок масла различными способами и с целью оценки влияния технологических процессов производства на выживаемость и возможность развития спорных микроорганизмов, готовили модельные смеси, состоящие из пастеризованных сливок, обсемененных тест-культурой *Bacillus subtilis* на уровне 10⁴–10⁵ КОЕ/см³.

На Рисунке 1 представлены результаты исследований по изменению общего количества клеток и спорных форм тест-культуры *B. subtilis* по ходу технологического процесса в выработках масла методами СС и ПВЖС.

Диаграммы отражают средние значения, полученные по результатам посевов, выполненных в трех повторностях, отклонения от среднего значения не превышали 10%.

Содержание тест-культуры *Bacillus subtilis* в сливках, предназначенных для изготовления масла, имело одинаковый уровень как по общему количеству клеток (1,25±0,05)×10⁵ КОЕ/см³, так и по содержанию спорных форм (1,65±0,05)×10⁴ КОЕ/см³. Количество спор было на порядок меньше относительно общего количества клеток спорных микроорганизмов, включающего кроме спорных форм и вегетативные формы.

При изготовлении масла методом СС создались благоприятные условия для спорообразования уже на этапе созревания сливок, которое происходило в течение 16–18 ч при температуре 8–10 °C. Наличие данного этапа в технологическом процессе привело к увели-

чению количества спор в 3,8 раза при снижении общего количество клеток тест-культуры *Bacillus subtilis*.

При изготовлении масла методом ПВЖС в процессе сепарирования сливок при получении высокожирных сливок (ВЖС) наблюдалось снижение на пол-порядка спорных форм, что можно оценить как снижение рисков, связанных со спорными микроорганизмами. Это снижение обусловлено частичным удалением спорных форм в процессе сепарирования обсемененных сливок при получении ВЖС, а также губительным воздействием на вегетативные клетки температуры 60±5 °C, до которой необходимо нагреть сливки для эффективной работы сепаратора при получении ВЖС [5,18].

Полученные образцы масла, независимо от метода изготовления, характеризовались примерно одинаковым уровнем общей бактериальной обсемененности, находящемся в диапазоне (3±1)×10⁴ КОЕ/см³. Содержание спорных форм в готовом продукте наблюдалось больше на порядок в случае выработки масла методом СС. Это обстоятельство связано с повышенным содержанием спорных форм в сливках после созревания, а также с длительным нахождением сливок при пониженных температурах (12–14 °C) в процессе изготовления масла методом сбивания (длительность сбивания — 30–45 минут, обработка пласта масла — 15–20 минут) [7,10]. Нормируемые группы микроорганизмов БГКП, дрожжи и плесневые грибы не выявлены в 1 см³ масла (Таблица 2).

Динамика изменения содержания спорных форм и общего количества клеток тест-культуры в масле, выработанном методами СС и ПВЖС, в процессе хранения при трех температурных режимах представлена на Рисунках 2 и 3.

Результаты микробиологических исследований показывают отсутствие видимого развития спорной микрофлоры в масле при 3±2 °C, независимо от метода его получения. Отсутствие развития микрофлоры при 3±2 °C обеспечивает в течение длительного периода стабильное качество и отсутствие ощутимых пороков вкуса и запаха в масле, изготовленном как методом ПВЖС, так и методом СС (Рисунок 4).

Хранение масла в условиях повышенных температур обеспечивает проявление микробиологических рисков, связанных со спорными аэробными микроорганизмами, в зависимости от способа изготовления масла, что также отмечается в работах [7,23].

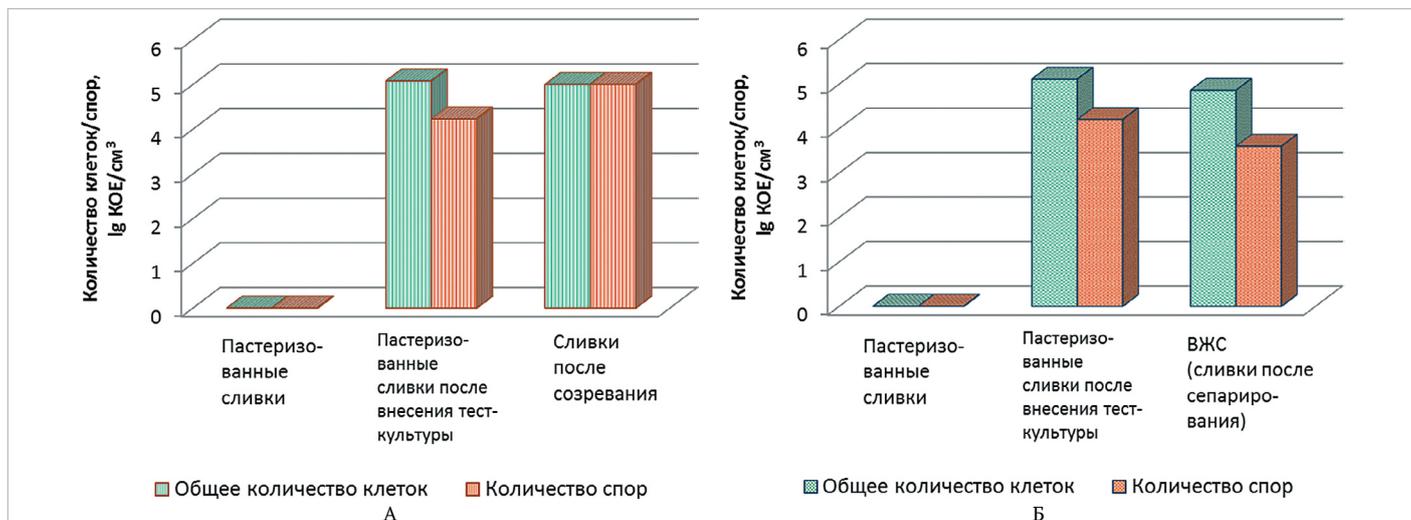


Рисунок 1. Изменение содержания общего количества клеток и спорных форм тест-культуры *B. subtilis* на стадиях изготовления масла методами СС (А) и ПВЖС (Б) при дополнительном обсеменении сливок спорными микроорганизмами

Figure 1. Change in the total counts of cells and spore forms of the test culture *B. subtilis* at the stages of butter production by the CC (A) and HFCT (B) methods upon additional contamination of cream with spore-forming microorganisms

Таблица 2. Результаты микробиологических исследований масла с дополнительным внесением тест-культуры споровых микроорганизмов в сливки

Table 2. Results of the microbiological analyses of butter with additional introduction of the test culture of spore-forming microorganisms into cream

№ п/п	Показатель	КМАФАнМ, КОЕ/см ³	БГКП, НВЧ кл./см ³	КСАФАнМ*, КОЕ/см ³	КСАнМ, НВЧ спор/см ³	Дрожжи, плесневые грибы, КОЕ/см ³
1	Масло СС	$(1,8 \pm 0,2) \times 10^4$	Отсутствуют в 1 см ³	$(5,2 \pm 0,1) \times 10^5$	Отсутствуют в 1 см ³	Отсутствуют в 1 см ³
2	Масло ПВЖС	$(4,0 \pm 0,1) \times 10^4$	Отсутствуют в 1 см ³	$(5,9 \pm 0,1) \times 10^2$	Отсутствуют в 1 см ³	Отсутствуют в 1 см ³

Примечание: данные приведены в форме «среднее значение ± стандартное отклонение». Данные в столбцах со знаком «*» имеют достоверные различия ($p \leq 0,05$).

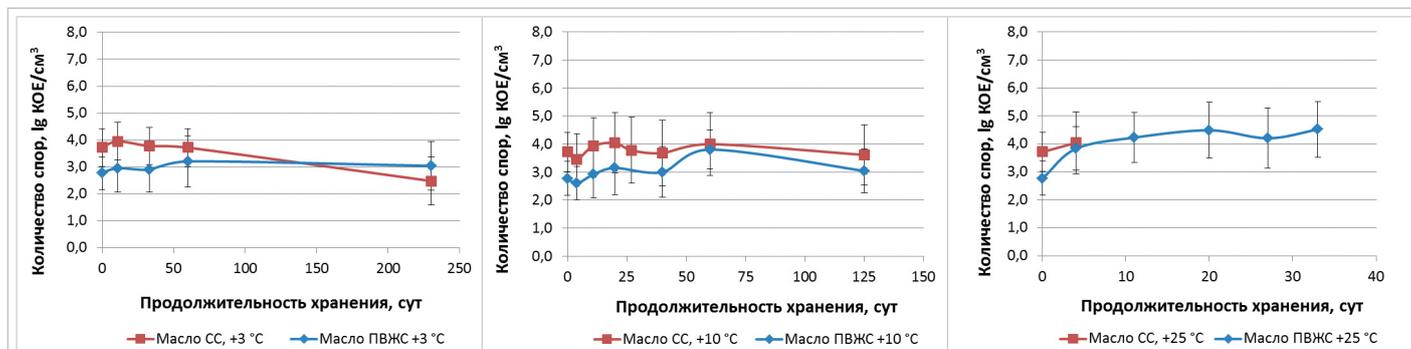


Рисунок 2. Изменение содержания спор тест-культуры *B. subtilis* в масле, выработанном методами СС и ПВЖС, в процессе хранения при различных температурных режимах. Графические зависимости построены по средним значениям данных трех выработок

Figure 2. Change in the content of spores of the test culture *B. subtilis* in butter produced by the CC and HFCT during storage under different temperature regimes. Dependency graphs are built by mean values of data from three runs

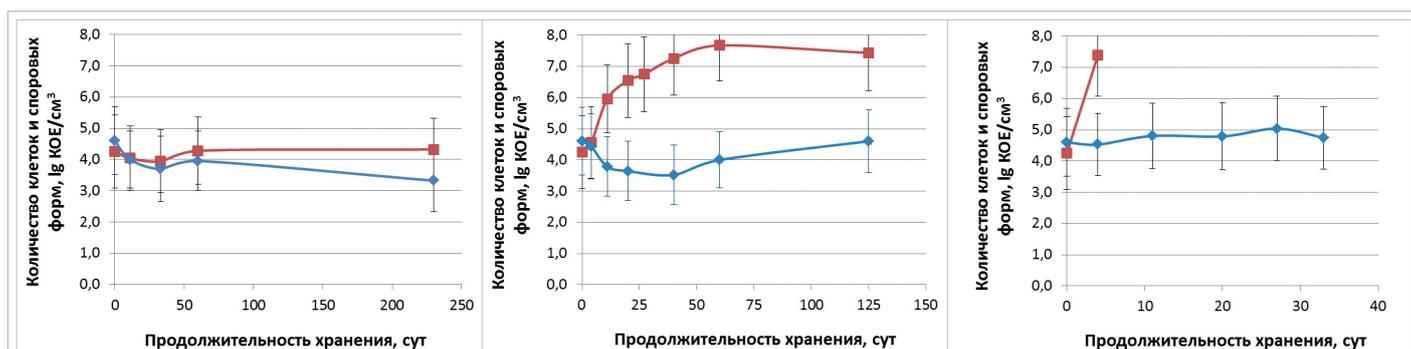


Рисунок 3. Динамика изменения количества клеток и споровых форм тест-культуры *B. subtilis* в масле, выработанном методами СС и ПВЖС, в процессе хранения при различных температурных режимах. Графические зависимости построены по средним значениям данных трех выработок

Figure 3. Dynamics of changes in counts of cells and spore forms of the test culture *B. subtilis* in butter produced by the CC and HFCT methods during storage under different temperature regimes. Dependency graphs are built by mean values of data from three runs

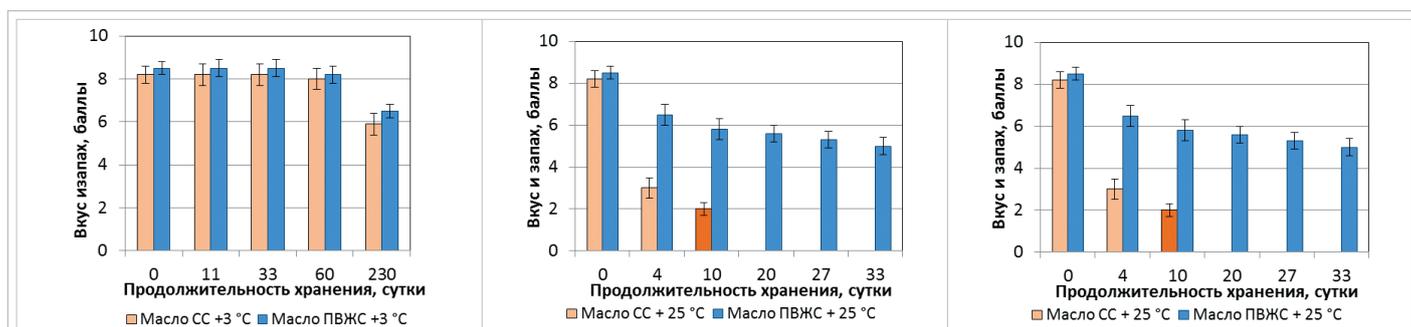


Рисунок 4. Изменение органолептических показателей в масле, выработанном методами СС и ПВЖС, в процессе хранения при различных температурных режимах. Графические зависимости построены по средним значениям данных трех выработок

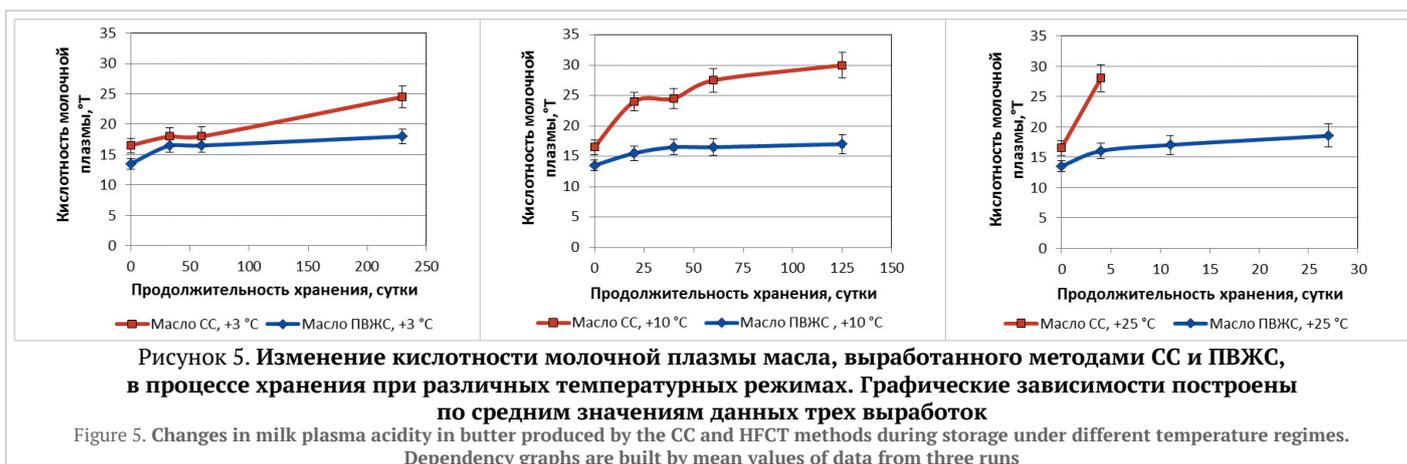
Figure 4. Changes in organoleptic indicators in butter produced by the CC and HFCT methods during storage under different temperature regimes. Dependency graphs are built by mean values of data from three runs

При повышенных температурах хранения более интенсивное развитие тест-культуры и, соответственно, снижение хранимостепроспособности масла наблюдались при его изготовлении методом СС. В масле СС через 5–7 суток хранения при температуре 10 ± 1 °C и через 1–2 суток при 25 ± 1 °C общее количество клеток и споровых форм тест-культуры превысило уровень 1×10^5 КОЕ/см³ — допустимый уровень общей бактериальной обсемененности (показатель

КМАФАнМ) для сливочного масла в соответствии с ТР ТС 033/2013 и ГОСТ 32261-2013 (Рисунок 3). По данному показателю масло подлежит забраковке.

Снижение хранимостепроспособности масла, изготовленного методом СС, в условиях повышенных температур, очевидно, обусловлено:

□ реактивацией клеток остаточной микрофлоры после термошока на стадии созревания сливок;



□ наличием благоприятных условий для развития аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, в том числе представителей рода *Bacillus*, за счет рыхлой структуры масла с большим содержанием воздуха, получаемой при изготовлении масла методом СС в сравнении с методом ПВЖС.

При повышенных температурах хранения в масле ПВЖС также наблюдалось увеличение общего количества вегетативных клеток и споровых форм тест-культуры, однако с меньшей интенсивностью: при $10 \pm 1^\circ\text{C}$ не отмечено превышения уровня 1×10^5 КОЕ/см³ за период наблюдения; при $25 \pm 1^\circ\text{C}$ данный уровень достигнут после 10 сут хранения.

Развитие основной внесенной и прошедшей реактивацию при созревании сливок остаточной микрофлоры в масле, изготовленном методом СС, в процессе хранения при повышенных температурах сопровождалось изменением показателей кислотности молочной плазмы. При температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$ уже на 4 сутки ее значения в масле СС достигли 28°T и превысили нормируемые значения (26°T), что отразилось в появлении пороков вкуса, таких как слабо кислый, слабо олеистый, слабо затхлый. При температуре $10 \pm 1^\circ\text{C}$ кислотность плазмы значительно увеличилась только через 60 суток хранения и составила 28°T (Рисунок 5). В масле ПВЖС кислотность молочной плазмы за период хранения даже при повышенных температурах не превысила установленного уровня.

Изменения показателей жировой фазы масла за период хранения при исследованных температурных режимах не превышали максимальных значений для жира, пригодного в пищу. Кислотность жировой фазы, независимо от метода изготовления масла, при снятии его с хранения по органолептическим показателям увеличилась незначительно. При температуре ($25 \pm 1^\circ\text{C}$) она возросла к окончанию срока хранения на $0,2^\circ\text{K}$; при ($3 \pm 2^\circ\text{C}$) и ($10 \pm 1^\circ\text{C}$) — на $0,1^\circ\text{K}$.

Более значимое влияние споровые бактерии, липолитически и протеолитически активные микроорганизмы могут оказать на окислительные процессы порчи жировой фазы [29], характеризую-

мые значениями перекисных чисел и окисленностью жировой фазы по пробе с 2-тиобарбитуровой кислотой (Таблица 3).

Как показывают результаты, приведенные в Таблице 3, окислительные процессы при обоих методах изготовления сливочного масла обусловлены в первую очередь температурой хранения, обеспечивающей развитие микрофлоры. Однако анализ показателей окисленности в процессе хранения при одних и тех же температурных режимах фиксирует большие изменения жировой фазы в масле, изготовленном методом СС, что сопровождается снижением его хранимостоспособности. Динамика изменения показателя окисленности жира в исследованных образцах масла соответствует данным, полученным как для масла традиционного состава, так и для масел с различными добавками [6,7,14].

В Таблице 4 приведены данные оценочной хранимостоспособности масла, изготовленного способами СС и ПВЖС, по значимым показателям забраковки.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что уровень микробиологических рисков, связанных со споровыми микроорганизмами, зависит от температуры хранения продукта. В случае соблюдения температурного режима $3 \pm 2^\circ\text{C}$, предусмотренного нормативными документами для хранения сливочного масла, и отсутствия развития споровых микроорганизмов высокое исходное качество масла может сохраняться длительное время — 60 суток и более.

Режимы производства, используемые при методе СС, создают условия, которые повышают микробиологические риски. Это связано с технологической операцией созревания сливок при пониженной температуре $8-10^\circ\text{C}$ в течение 16–18 часов, что удлиняет общий процесс выработки до 20–24 часов, а также с формированием более рыхлой структуры готового продукта при сбивании и образованием более крупных капель плазмы в пласте масла. Так в условиях ускоренной порчи — температуре $25 \pm 1^\circ\text{C}$ хранимостоспособность масла, изготовленного методом СС, с учетом забраковки по наиболее

Таблица 3. Прирост (Δ) показателей окисленности жировой фазы сливочного масла при изготовлении методами ПВЖС и СС, контаминированного споровыми микроорганизмами, в процессе хранения при различных температурных режимах

Table 3. Increase (Δ) in the indicators of oxidation of the fat phase of butter produced by the CC and HFCT methods and contaminated with spore-forming microorganisms during storage under different temperature regimes

Метод изготовления масла	Продолжительность хранения, сутки	Перекисное число, Ммоль $\frac{1}{2}$ О/кг при температуре хранения масла			Окисленность по пробе 2-ТБК, ед. опт. пл. при температуре хранения масла		
		(3 ± 2) $^\circ\text{C}$	(10 ± 1) $^\circ\text{C}$	(25 ± 1) $^\circ\text{C}$	(3 ± 2) $^\circ\text{C}$	(10 ± 1) $^\circ\text{C}$	(25 ± 1) $^\circ\text{C}$
СС	0	—	0,23 \pm 0,02	—	—	0,011 \pm 0,001	—
	4	—	—	0,02 \pm 0,01*	—	—	0,006 \pm 0,002
	125	—	0,55 \pm 0,03	—	—	0,017 \pm 0,001*	—
	230	1,03 \pm 0,09*	—	—	0,016 \pm 0,002	—	—
ПВЖС	0	—	0,29 \pm 0,03	—	—	0,009 \pm 0,001	—
	4	—	—	0,06 \pm 0,01*	—	—	0,002 \pm 0,000
	33	—	—	0,47 \pm 0,01	—	—	0,006 \pm 0,001
	125	—	0,53 \pm 0,03	—	—	0,012 \pm 0,001*	—
	230	0,71 \pm 0,07*	—	—	0,015 \pm 0,002	—	—

Примечание: данные приведены в форме «среднее значение \pm стандартное отклонение». Данные, указанные в столбцах для определенной температуры, со знаком «*» имеют достоверные различия ($p \leq 0,05$).

Таблица 4. Хранимоспособность сливочного масла, выработанного методами ПСС и ПВЖС, при наличии микробиологических рисков, связанных со споровыми аэробными микроорганизмами

Table 4. Storability of butter produced by the CC and HFCT methods in the presence of microbiological risks associated with spore-forming aerobic microorganisms

Температура хранения, °С	Метод производства	Забраковка по показателю:		Хранимоспособность, сут
		Бактериальная обсемененность	Вкус и запах	
3±2	СС	более 230 сут	230 сут (5,9±0,2 балла) Штафф на поверхности желтого цвета. Запах лежалый и слабый нечистый. Вкус невыраженный сливочный и пастеризации, с привкусами нечистого и салистого	Выдерживает 60 сут с сохранением характеристик на начальном уровне
	ПВЖС	более 230 сут	230 сут (6,5±0,1 балла) Штафф на поверхности светло желтого цвета. Запах слабовыраженный сливочный и лежалый. Вкус слабовыраженный сливочный и пастеризации со слабыми привкусами старого и нечистого	
10±1	СС	6±1 сут	20±5 сут (6,9±0,3 балла) Штафф на поверхности желтого цвета. Запах слабовыраженный нечистый. Вкус слабовыраженный сливочный, обволакивающий с оттенком нечистого	6±1
	ПВЖС	более 125 сут	60±5 сут (7,1±0,2 балла) Налет штаффа на поверхности. Запах слабовыраженный сливочный и лежалый. Вкус недостаточно выраженный сливочный, слабый лежалый	60±5
25±1	СС	1–2 сут	3±1 сут (2,0±0,4 балла) Штафф прозрачный желтого цвета. Запах несвежий, липолизный. Вкус слабобокислый, липолизный	1–2
	ПВЖС	27–33 сут	15±5 сут (5,5 б ± 5,3 баллов) Штафф на поверхности светло-желтого цвета. Запах слабовыраженный салистый. Вкус невыраженный сливочный и пастеризации, обволакивающий, вязкий, слабый салистый	15±5

обесценивающему показателю, составила всего 1–2 суток, а масла, изготовленного методом ПВЖС, – 15±5 суток (Таблица 4).

При использовании метода ПВЖС микробиологические риски, связанные со споровой микрофлорой, менее значимы за счет короткого технологического процесса, начальный этап которого проходит при повышенных температурах, но риски остаются и связаны с использованием некачественного по микробиологическим показателям сырья, а также с неэффективной пастеризацией сливок.

4. Заключение

В результате проведенных исследований оценены микробиологические риски, обусловленные микрофлорой порчи, в частности споровыми микроорганизмами рода *Bacillus*. Эти микроорганизмы оказывают влияние на снижение качества и хранимоспособности

сливочного масла в зависимости от метода его изготовления (метод сбивания сливок или преобразования высокожирных сливок). Установлено, что метод СС, отличающийся длительным технологическим процессом, преобладанием пониженных температур, получением рыхлой структуры готового продукта, более значимо влияет на уровень микробиологических рисков, связанных со споровыми микроорганизмами рода *Bacillus*. Риски снижения качества и хранимоспособности масла, изготовленного методом СС, возрастают в условиях повышенных температур, которые могут возникать при нарушении холодной цепи на этапах хранения и реализации продукта. Однако при соблюдении регламентированного температурного режима хранения (3±2 °С) развитие споровых микроорганизмов не наблюдается, а исходные показатели масла сохраняются на протяжении длительного периода независимо от способа его изготовления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

- Demirkol, A., Guner, O., Yuceer, Y. K. (2016). Volatile compounds, chemical and sensory properties of butters sold in Çanakkale. *Journal of Agricultural Sciences*, 22(1), 99–108. <https://doi.org/10.1501/Tarimbil.0000001372>
- Parmar, P., Lopez-Villalobos, N., Tobin, J. T., Murphy, E., Crowley, S. V., Kelly, A. L. et al. (2020). Development and evaluation of a processing sector model for butter manufacture using a mass balance technique at two dairy processing sites. *International Journal of Dairy Technology*, 74(1), 192–201. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12757>
- Panchal, B., Bhandari, B. (2020). Butter and Dairy Fat Spreads. Chapter in book: Dairy Fat Products and Functionality. Springer Cham, 2020. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-41661-4>
- Pimpin, L., Wu, J. H. Y., Haskelberg, H., Del Gobbo, L., Mozaffarian, D. (2016). Is butter back? A systematic review and meta-analysis of butter consumption and risk of cardiovascular disease, diabetes, and total mortality. *PLoS ONE*, 11(6), Article e0158118. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158118>
- Ziarno, M., Derewiaka, D., Florowska, A., Szymanska, I. (2023). Comparison of the spreadability of butter and butter substitutes. *Applied Sciences*, 13(4), Article 2600. <https://doi.org/10.3390/app13042600>
- Nikhian, Z., Ehsani, M. R., Piravi-Vanak, Z., Bakhoda, H. (2020). Comparative analysis of butter thermal behavior in combination with bovine tallow. *Food Science and Technology*, 597–604. <https://doi.org/10.1590/fst.32019>
- Findik, J., Andic, S. (2017). Some chemical and microbiological properties of the butter and the butter oil produced from the same raw material. *LWT*, 86(5), 235–239. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.002>
- Muir, D. D., Banks, J. M. (2003). Factors affecting the shelf-life of milk and milk products. Chapter in a book: Dairy Processing: Improving Quality. Woodhead Publishing, 2003. <https://doi.org/10.1533/9781855737075.1.185>
- Гусева, Т. Б., Солдатова, С. Ю., Караньян, О. М. (2020). Органолептическая оценка масла сливочного. Особенности проведения и интерпретации результатов. *Бюллетень науки и практики*, 6(9), 222–228. [Guseva, T. B., Soldatova, S. Yu., Karanyan, O. M. (2020). Organoleptic evaluation of butter. Features of conducting and interpreting the results. *Bulletin of Science and Practice*, 6(9), 222–228. (In Russian)] <https://doi.org/10.33619/2414-2948/58/22>
- Свириденко, Г. М., Захарова, М. Б., Иванова, Н. В. (2021). Оценка микробиологических рисков в сливках как сырье для маслоделия. *Пищевые системы*, 4(4), 259–268. [Sviridenko, G. M., Zakharova, M. B., Ivanova, N. V. (2021). Evaluation of microbiological risks in cream as a raw material for buttermaking. *Food Systems*, 4(4), 259–268. (In Russian)] <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-4-259-268>
- Свириденко, Г. М., Захарова, М. Б., Иванова, Н. В., Смирнова, О. И. (2019). Влияние споровых микроорганизмов на качество сырья для производства продуктов маслоделия. *Сырделие и маслоделие*, 5, 42–45. [Sviridenko, G. M., Zakharova, M. B., Ivanova, N. V., Smirnova, O. I. (2019). Effects of the spore microorganisms on the quality of raw materials for manufacturing of the products of butter making. *Cheese- and Buttermaking*, 5, 42–45. (In Russian)] <https://doi.org/10.51515/2073-4018-2019-5-42-45>
- Ram, B., Borah, A. (2022). Potential sources of butter and their significance: A review. *The Pharma Innovation Journal*, SP-11(6), 1004–1011.
- Vioque-Amor, M., Gómez-Díaz, R., Del Río-Celestino, M., Avilés-Ramírez, C. (2023). Butter from different species: Composition and quality parameters of products commercialized in the South of Spain. *Animals*, 13(22), Article 3559. <https://doi.org/10.3390/ani13223559>
- Simonenkova, A. P., Mamaev, A. V., Masalov, V. N., Luneva, O. N., Demina, E. N., Sergeeva, E. Yu. (February 26–29, 2021). Evaluation of the quality and safety of butter with an antioxidant complex of natural origin (birch bark extract and Aloe Vera). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials, Voronezh, Russian Federation, 2021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/640/3/032004>
- Соболева, Н. В., Почапская, В. В., Хамитова, Я. Р., Кизаев, М. А., Дубовскова, М. П. (2020). Сравнительная оценка качества масла сливочного. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 6(86), 236–240. [Soboleva, N. V., Pochapskaya, V. V., Khamitova, Ya. R., Kizaev, M. A., Dubovskova, M. P. (2020). Comparative assessment of the quality of butter. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 6(86), 236–240. (In Russian)] <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2020-86-6-236-240>
- Cheng, S., Li, W., Wu, S., Ge, Y., Wang, C., Xie, S. et al. (2023). Functional butter for reduction of consumption risk and improvement of nutrition. *Grain and Oil Science and Technology*, 6(4), 172–184. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2023.09.001>
- Вышемировский, Ф. А. (2010). Производство масла из коровьего молока в России. СПб: ГИОРД, 2010. [Vyshemirsky, F. A. (2010). Production of butter from cow's milk in Russia. St. Petersburg: GIORД, 2010. (In Russian)]

18. Топникова, Е. В. (2020). Основные процессы при изготовлении масла из сливок разными методами. *Молочная промышленность*, 5, 50–53. [Топникова, Е. В. (2020). Basic processes of butter production from cream using various methods. *Dairy Industry*, 5, 50–53. (In Russian)] <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-05-50-53>
19. Deosarkar, S. S., Khedkar, C. D., Kalyankar, S. D. (2016). Butter: Manufacture. Chapter in a book: *Encyclopedia of Food and Health*. Academic Press, 2016. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00094-5>
20. Lindsay, D., Robertson, R., Fraser, R., Engstrom, S., Jordan, K. (2021). Heat induced inactivation of microorganisms in milk and dairy products. *International Dairy Journal*, 121, Article 105096. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105096>
21. Kharkhota, M., Hrabova, H., Kharchuk, M., Ivanytsia, T., Mozhaieva, L., Poliakova, A. et al. (2022). Chromogenicity of aerobic spore-forming bacteria of the *Bacillaceae* family isolated from different ecological niches and physiographic zones. *Brazilian Journal of Microbiology*, 53(3), 1395–1408. <https://doi.org/10.1007/s42770-022-00755-9>
22. Martin, N. H., Quintana-Pérez, F. M., Evanowski, R. L. (2023). Sources, transmission, and tracking of sporeforming bacterial contaminants in dairy systems. *JDS Communications*, 5(2), 172–177. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2023-0428>
23. Blackburn, C. de W. (2006). *Food Spoilage Microorganisms*. Woodhead Publishing, 2006.
24. André, S., Vallaëys, T., Planchon S. (2017). Spore-forming bacteria responsible for food spoilage. *Research in Microbiology*, 168(4), 379–387. <https://doi.org/10.1016/j.resmic.2016.10.003>
25. Boor, K. J., Wiedmann, M., Murphy, S., Alcaïne, S. (2017). A 100-Year Review: Microbiology and safety of milk handling. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9933–9951. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12969>
26. Sadiq, F. A., Li, Y., Liu, T. J., Flint, S., Zhang, G., Yuan, L. et al. (2016). The heat resistance and spoilage potential of aerobic mesophilic and thermophilic spore forming bacteria isolated from Chinese milk powders. *International Journal of Food Microbiology*, 238, 193–201. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.09.009>
27. De Jonghe, V., Coorevits, A., De Block, J., Coillie, E. V., Grijspeerdt, K., Herman, L. et al. (2010). Toxinogenic and spoilage potential of aerobic spore-formers isolated from raw milk. *International Journal of Food Microbiology*, 136(3), 318–325. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.11.007>
28. Moschonas, G., Lianou, A., Nychas, G.-J. E., Panagou, E. Z. (2021). Spoilage potential of *Bacillus subtilis* in a neutral-pH dairy dessert. *Food Microbiology*, 95, Article 103715. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2020.103715>
29. Odeyemi, O. A., Alegbeleye, O. O., Strateva, M., Stratev, D. (2020). Understanding spoilage microbial community and spoilage mechanisms in foods of animal origin. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(2), 311–331. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12526>
30. Martin, N. H., Torres-Frenzel, P., Wiedmann, M. (2021). Invited review: Controlling dairy product spoilage to reduce food loss and waste. *Journal of Dairy Science*, 104(2), 1251–1261. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19130>
31. Lücking, G., Stoeckel, M., Atamer, Z., Hinrichs, J., Ehling-Schulz, M. (2013). Characterization of aerobic spore-forming bacteria associated with industrial dairy processing environments and product spoilage. *International Journal of Food Microbiology*, 166(2), 270–279. <http://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.07.004>
32. Hebishi E., Yerlikaya, O., Mahony, J., Akpinar, A., Aygili, D. S. (2023). Microbiological aspects and challenges of whey powders -I thermophilic, thermophilic and spore-forming bacteria. *International Journal of Dairy Technology*, 76(4), 779–800. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.13006>
33. Hebishi, E., Yerlikaya, O., Reen, F. J., Mahony, J., Akpinar, A., Saygili, D. et al. (2024). Microbiological aspects and challenges of dairy powders – II: Biofilm/biofouling. *International Journal of Dairy Technology*, 77(3), 691–712. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.13076>
34. Holt, J. G., Krieg, N. R., Sneath, P. H. A., Staley, J. T., Williams, S. T. (1994). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Williams and Wilkins, Baltimore, 1994.
35. Burgess, S. A., Lindsay, D., Flint, S. H. (2010). Thermophilic bacilli and their importance in dairy processing. *International Journal of Food Microbiology*, 144, 215–225. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.09.027>
36. Deeth, H. C. (2019). Milk lipids: Lipolysis and hydrolytic rancidity. Chapter in a book: *Reference Module in Food Science*. Elsevier, 2019. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00925-2>
37. Feliciano, R. J., Boué, G., Membre, J.-M. (2020). Overview of the potential impacts of climate change on the microbial safety of the dairy industry. *Foods*, 9(12), Article 1794. <https://doi.org/10.3390/foods9121794>
38. Notermans, S., in't Veld, P. (1994). Microbiological challenge testing for ensuring safety of food products. *International Journal of Food Microbiology*, 24(1–2), 33–39. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(94\)90104-x](https://doi.org/10.1016/0168-1605(94)90104-x)
39. Pokorny, J., Dieffenbacher, A. (1989). Determination of 2-thiobarbituric acid value: Direct method – results of a collaborative study and the standardised method. *Pure and Applied Chemistry*, 61(6), 1165–1170. <https://doi.org/10.1351/pac198961061165>
40. Свириденко, Г. М., Иванова, Н. В., Захарова, М. Б., Смирнова, О. И. (2019). Влияние дрожжей на качество и хранимоспособность сливок – сырья для продуктов маслоделия. *Сыростроение и маслоделие*, 3, 54–56. [Sviridenko, G. M., Ivanova, N. V., Zakharova, M. B., Smirnova, O. I. (2019). Effects of yeast on the quality and keepability of cream – raw material for the products of cheese making. *Cheese- and Buttermaking*, 3, 54–56. (In Russian)] <https://doi.org/10.31515/2073-4018-2019-3-54-56>
41. Murphy, S. I., Kent, D., Martin, N. H., Evanowski, R. L., Patel, K., Godden, S. M. et al. (2019). Bedding and bedding management practices are associated with mesophilic and thermophilic spore levels in bulk tank raw milk. *Journal of Dairy Science*, 102(8), 6885–6900. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16022>



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
<p>Свириденко Галина Михайловна — доктор технических наук, главный научный сотрудник, руководитель направления микробиологических исследований молока и молочной продукции, Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия 152613, Ярославская обл., Углич, Красноармейский бульвар, 19 Тел.: +7-48532-5-48-64 E-mail: g.sviridenko@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9586-3786</p>	<p>Galina M. Sviridenko, Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher, Head of the Department of Microbiological Studies of Milk and Dairy Products, All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking 19, Krasnoarmeysky Boulevard, Uglich, 152613, Yaroslavl Region, Russia Tel.: +7-485-325-48-64 E-mail: g.sviridenko@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9586-3786</p>
<p>Захарова Марина Борисовна — кандидат технических наук, научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия 152613, Ярославская обл., Углич, Красноармейский бульвар, 19 Тел.: +7-485-329-81-18 E-mail: m.zackarova@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2537-4522 * автор для контактов</p>	<p>Marina B. Zakharova, Candidate of Technical Sciences, Researcher, Department of Microbiological Studies of Milk and Dairy Products, All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking 19, Krasnoarmeysky Boulevard, Uglich, 152613, Yaroslavl Region, Russia Tel.: +7-485-329-81-18 E-mail: m.zackarova@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2537-4522 * corresponding author</p>
<p>Топникова Елена Васильевна — доктор технических наук, заместитель директора по научной работе, Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия 152613, Ярославская обл., Углич, Красноармейский бульвар, 19 Тел.: +7-910-666-93-93 E-mail: e.topnikova@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0225-6870</p>	<p>Elena V. Topnikova, Doctor of Technical Sciences, Deputy Director for Research, All-Russian Scientific Research Institute of Butter- and Cheesemaking 19, Krasnoarmeysky Boulevard, 152613, Yaroslavl Region, Uglich, Russia Tel.: +7-910-666-93-93 E-mail: e.topnikova@fncps.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0225-6870</p>
Критерии авторства	Contribution
<p>Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.</p>	<p>The author has the sole responsibility for writing the manuscript and is responsible for plagiarism.</p>
Конфликт интересов	Conflict of interest
<p>Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.</p>	<p>The authors declare no conflict of interest.</p>