УДК 637.2

Оригинальная статья

Влияние вида упаковки на качество и хранимоспособность сливочного масла

Марина Борисовна Захарова, канд. техн. наук, научный сотрудник
E-mail: m.zakharova@fncps.ru
Екатерина Николаевна Пирогова, научный сотрудник
E-mail: e.pirogova@fncps.ru
Елена Васильевна Топникова, д-р техн. наук, заместитель директора по научной работе
E-mail: e.topnikova@fncps.ru
Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова, г. Углич

В статье изложены результаты исследований влияния упаковки сливочного масла в различной газовой среде на его качество и хранимоспособность; дана оценка проявления возможных микробиологических рисков в процессе хранения при регламентированном ГОСТ 32261-2013 температурном режиме 3 ± 2 °С и в условиях аггравированной температуры 10 ± 1 °С, а также исследовано влияние модифицированной газовой среды на органолептические характеристики. Для исследований использовали сливочное масло Крестьянское массовой долей жира 72,5 %, в процессе хранения которого анализировали органолептические, микробиологические и физико-химические показатели стандартизованными методами и с применением научных методик. Полученные результаты показали, что использование модифицированной газовой среды с содержанием углекислого газа 100 % неприемлемо для упаковки сливочного масла по причине несоответствия его органолептических показателей предъявляемым требованиям, что обусловлено высокой растворимостью CO_2 в водной и жировой фазе масла и появлением кислого, содового и щиплющего привкуса с мыльным (щелочным) оттенком. Использование модифицированной газовой среды с содержанием углекислого газа 30 % и азота 70 % обеспечивает задержку развития аэробной микрофлоры, но не препятствует развитию БГКП и дрожжей и не способствует сохранению органолептических показателей сливочного масла. Упаковка масла в кашированную фольгу с дополнительной защитной пленкой флоу-пак под вакуумом снижает интенсивность окислительных процессов, предотвращает развитие плесневых грибов, что является положительным эффектом для увеличения сроков годности масла, имеющего низкую исходную бактериальную обсемененность.

Ключевые слова: сливочное масло, микробиологические риски, упаковка, модифицированная газовая среда, хранимоспособность

Для цитирования: Захарова, М. Б. Влияние вида упаковки на качество и хранимоспособность сливочного масла / М. Б. Захарова, Е. Н. Пирогова, Е. В. Топникова // Сыроделие и маслоделие. 2024. № 4. С. 91–100. https://doi.org/10.21603/2073-4018-2024-4-6

Введение

Сливочное масло относится к числу продуктов массового потребления, поэтому к нему предъявляются высокие требования по органолептическим характеристикам и показателям безопасности на протяжении всего срока годности. Удовлетворение этих требований в первую очередь предопределяется исходным качеством масла и соблюдением регламентированных режимов хранения. Задача сохранения показателей качества и безопасности продукции на протяжении ее жизненного цикла производителем решается различными технологическими способами и приемами. Важную роль при этом играют используемая для продукта упаковка и способы фасования [1, 2].

Современный подход к проблеме упаковки включает в себя взаимосвязь ряда факторов: совместимость упаковки с продуктом, эксплуатационные характеристики, экологичность, экономическую целесообразность. Правильная упаковка должна не только иметь привлекательный внешний вид, но и способствовать сохранению потребительских свойств и предохранять продукт от повреждений в течение его срока годности без ухудшения качества. В процессе движения сливочного масла от производителя до потребителя оно неизбежно подвергается изменениям, часто приводящим к его порче в зависимости от различных факторов, таких как исходная бактериальная обсемененность продукта, условия фасования (вид и свойства упаковки, ее герметичность), стабильность температурного режима хранения. Все эти факторы обуславливают интенсивность и направленность биохимических и микробиологических процессов в жировой и водной фазе масла.

Традиционно для упаковки сливочного масла брикетами используется алюминиевая фольга, кашированная подпергаментом или полимерными материалами, а также пергамент или их заменители с близкими характеристиками. Данная упаковка обеспечивает изоляцию продукта от окружающей среды и сохраняет его качество в пределах установленного срока годности и заданных режимов хранения в рамках требований безопасности,

Источник изображения: freepik.com

установленных законодательством. Кашированная алюминиевая фольга обладает лучшими барьерными свойствами и обеспечивает более длительный срок годности, поэтому производители предпочитают данный вариант упаковки. При этом следует отметить, что он не обеспечивает идеальной герметичности, а процесс фасования осуществляется в обычной воздушной среде промышленных предприятий [3, 4].

В современных условиях развития технологий производства и упаковывания продуктов, создания новых материалов и маркетинговых тенденций меняется само понятие упаковки. Усложняется ее структура, конструируются новые барьерные свойства материалов, появляются новые критерии герметичности. В последнее время в производстве многих пищевых продуктов наряду с варьированием вида упаковки широко используют фасование под вакуумом и в модифицированной газовой среде. Упаковывание **под вакуумом**, при котором кислород удаляется из потребительской упаковки, является наиболее доступным способом упаковывания, способствующим предотвращению развития нежелательной микрофлоры. Обычно для этих целей применяется полипропиленовая, полиамидная, поливинилхлоридная пленки, а также различные комбинированные материалы, обладающие высокими барьерными свойствами к газам. Нередко для вакуумного упаковывания используют термоусадочные пленки, способные принимать любую форму за счет плотной посадки на продукт во время остывания после предварительного нагрева[1] [5].

В последние годы широко распространился способ упаковывания пищевой продукции в трехшовные пакеты, так называемый «**флоу-пак**» (flow-pack). Чаще всего этим способом упаковывание производят в прозрачную пленку, на которую может быть нанесена печать или наклеена бумажная этикетка. Технология «флоу-пак» обеспечивает высокую герметичность, что достигается не только за счет использования водонепроницаемых материалов, но также качественной пайкой швов. Упаковка «флоу-пак» экономична в изготовлении: она практически не имеет веса, что позволяет сократить расходы на хранение и транспортировку

[1]Левковская, Е. В. Использование термоусадочной пленки в упаковывании пищевых продуктов / Е. В. Левковская, Т. Ж. Чочаева // ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ науки и ОБЩЕСТВА в ЦЕЛЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ : Сборник статей Международной научно-практической конференции. Уфа: ОМЕГА САЙНС, 2021. С. 53–55. https://www.elibrary.ru/jqvqtv

продукции. Такая упаковка обладает превосходными барьерными качествами, надежно защищает содержимое от посторонних запахов, заветривания и идеально подходит для безопасного хранения различной пищевой продукции при полной сохранности ее вкусовых качеств. Она герметична, устойчива к влаге и внешним загрязнениям, устойчива к влиянию низких температур (подходит для глубокой заморозки товаров) и обеспечивает длительную сохранность продукта.

Еще одним из популярных видов упаковки для продукции с увеличенным сроком годности является упаковка **в модифицированной газовой среде** (МГС). Хранение пищевых продуктов в модифицированной (измененной) газовой среде позволяет замедлить химические и биохимические реакции, а также ингибировать (а в некоторых случаях и полностью остановить) рост и размножение микроорганизмов, то есть обеспечить стабильность качества пищевых продуктов и увеличить срок их годности. В качестве составляющих модифицированной газовой среды часто используют углекислый газ (CO_2) и азот (N_2). Антибактериальные свойства **углекислого газа** (CO_2) известны и исследуются достаточно давно – в 1930 году опубликованы исследования по хранимоспособности продуктов из птицы в 100 % атмосфере CO_2 [6]. Углекислый газ в концентрации более 10 % сдерживает и подавляет рост бактерий и плесневых грибов, что способствует значительному увеличению срока годности продукта при условии, что воздействие углекислого газа на микроорганизмы происходит на ранних стадиях их развития. Использование упаковки в среде CO_2 эффективно препятствует росту психротрофных аэробных микроорганизмов [7]. Описаны различные механизмы отрицательного воздействия углекислого газа на бактериальные клетки: проникновение молекул CO_2 через клеточную мембрану путем простой диффузии, снижение внутриклеточного pH и нарушение функции ферментов; накопление определенных метаболитов; влияние на морфологию клеточных структур [8, 9]. В целом CO_2 увеличивает лаг-фазу и время генерации микроорганизмов, что приводит к ограничению роста клеточной популяции. Выживаемость бактерий в этих условиях связана с их способностью регулировать биофизические свойства своей мембраны

Источник изображения: freepik.com

для повышения непроницаемости газа [8, 9]. Углекислый газ легко растворим в воде. Его растворимость с понижением температуры увеличивается, в связи с чем противомикробное действие при температурах ниже 10 °C значительно усиливается. Однако, повышенные концентрации CO_2 в водной и жировой фазах могут стать причиной различных дефектов для некоторых пищевых продуктов и обеспечить появление нехарактерных привкусов, таких как щиплющий и кислый вкус.

Азот, так же, как и CO_2, применяется в качестве защитного газа (часто в смеси с двуокисью углерода) для упакованных хлебобулочных изделий, мяса и птицы, рыбы, сыра, яиц. В чистом виде азот чаще применяется в масложировой отрасли для увеличения хранимоспособности жиров и масел, резервируемых и транспортируемых наливом, а также для удлинения сроков годности фасованного в пластиковую упаковку продукта [10]. Азот (N_2) представляет собой бесцветный газ без запаха, он, в отличие от углекислого газа, почти нерастворим в воде и не обладает антимикробным действием. Эффект от его применения основан исключительно на вытеснении кислорода, жизненно необходимого для облигатных аэробов. При этом анаэробные представители рода *Clostridium* азотом не угнетаются[2].

[2]Люк, Э. Консерванты в пищевой промышленности / Э. Люк, М. Ягер [Электронный ресурс]. URL: https://alternativa-sar.ru/tehnologu/pishchevye-dobavki-i-ingredienty/lyuk-e-yager-m-konservanty-v-pishchevoj-promyshlennosti/995-glava-8-azot (дата обращения: 04.04.2024).

Источник изображения: freepik.com

В настоящее время разрешенными к применению в производстве пищевых продуктов и напитков относятся инертные газы азот, аргон, гелий, ксенон, криптон. В молочной промышленности наиболее часто используют азот и диоксид углерода (индивидуально или в смеси), относительно ксенона и криптона данные в открытой литературе отсутствуют.

Выбор того или иного газа зависит от фасуемого продукта. Эти газы по отдельности или в сочетании друг с другом используют для достижения баланса срока годности продукта и его оптимальных органолептических свойств [11]. Кислород способствует росту и размножению многих бактерий и грибов, вызывающих порчу пищевых продуктов, и является главным элементом в реакциях окисления липидов, вызывая прогоркание жиров и порчу жиросодержащих продуктов, в том числе сливочного масла. Поэтому, создавая модифицированную газовую среду для жиросодержащих продуктов, из упаковки удаляют кислород и заменяют его азотом, углекислым газом или их смесью. Наиболее распространенным составом МГС является смесь углекислого газа (30–40 %) и азота (60–70 %). Данный способ фасования продукции характеризуется отсутствием кислорода внутри упаковки на начальном этапе хранения, что схоже со способом фасования в вакууме [2]. Модифицированная газовая среда не только сохраняет продукцию аналогично вакуумной упаковке, но и имеет определенные преимущества по сравнению с вакуумом. Углекислый газ здесь выступает в роли консерванта, а азот является средством вытеснения из упаковки кислорода, что способствует подавлению развития аэробных бактерий, а также предохраняет жиры от окисления [12].

Аналитики оценивают долю упакованных в модифицированную газовую среду пищевых продуктов на уровне 15 % общей доли рынка упаковки и прогнозируют, что она будет только расти, так как растет спрос на такой вид упаковки со стороны производителей молочных продуктов, мяса, птицы, фруктов, овощей и замороженных продуктов[3].

В упакованном сливочном масле различные виды порчи протекают главным образом при участии кислорода воздуха и микробиальных экзоферментов на границе раздела фаз жир–плазма и жир–воздух. Они снижают хранимоспособность масла и сопровождаются появлением пороков жировой фазы (вкус окисленный, прогорклый, салистый, олеистый и др.) и молочной плазмы продукта (посторонний, горький, затхлый, дрожжевой, кислый, сырный и др.) [4, 13].

Одним из элементов системы мер, обеспечивающих сохранность качества сливочного масла, является правильный выбор вида и способа его упаковки перед реализацией потребителю. В данной работе поставлена **цель** – провести сравнительные исследования хранимоспособности сливочного масла, упакованного с использованием различной газовой среды, оценить микробиологические риски и выявить предпочтительные варианты для реализации данных способов в условиях предприятий.

[3]Упаковка продуктов в МГА: преимущества и недостатки [Электронный ресурс]. URL: https://gas-solutions.ru/articles/upakovka-produktov-v-mga-preimushhestva-i-nedostatki (дата обращения: 04.04.2024).

Объекты и методы исследований

В работе исследованы типовые образцы масла Крестьянского, полученные методом ПВЖС из одного и того же сырья и фасованные в потоке следующим образом:

- брикетом в кашированную фольгу в обычной воздушной среде (брикет в фольге);
- брикетом в кашированную фольгу с дополнительной защитной упаковкой в термоусадочную пленку в вакууме (брикет в фольге + флоупак с термоусадкой);
- брикетом в кашированную фольгу с дополнительной защитной полимерной пленкой, запаянной в газовой среде CO_2 (брикет в фольге + флоупак с CO_2);
- в полимерный материал способом «термоформаж» с термозапайкой в газовой среде, содержащей 70 % азота и 30 % углекислого газа (термоформаж с термозапайкой CO_2 и N_2).

Исходная бактериальная обсемененность масла составила (1,2 ± 0,2) × 10^3 КОЕ/г; БГКП не более 2,5 НВЧ кл./г; дрожжи и плесневые грибы отсутствовали в 1 г.

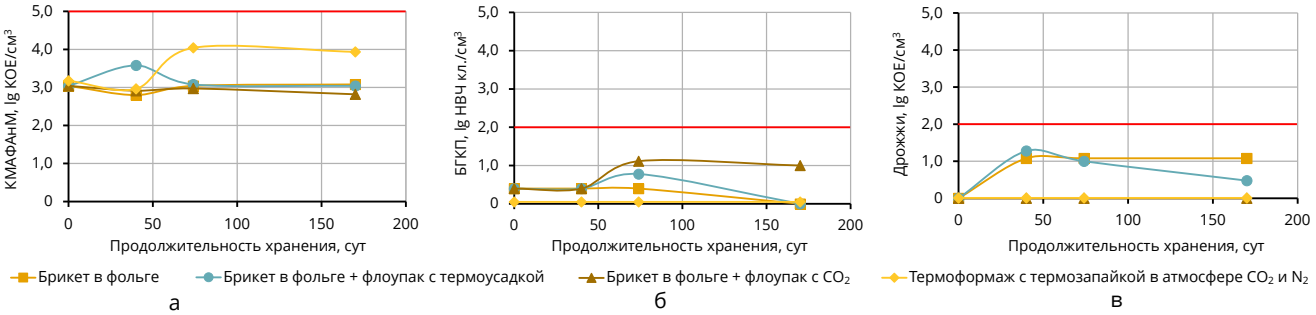
Хранение образцов масла в условиях эксперимента осуществлялось до появления выраженных пороков порчи и перевода масла в брак при трех температурных режимах: 3 ± 2 °С, 10 ± 1 °С (аггравированная температура); 25 ± 1 °С (ускоренная порча)[4]. В данной статье представлены результаты исследований при температурах 3 ± 2 °С и 10 ± 1 °С.

Исследования проводили по следующим показателям: микробиологические, включая КМАФАнМ и БГКП по ГОСТ 32901-2014, количество дрожжей по ГОСТ 33566-2015; органолептические, в том числе вкус и запах – по ГОСТ 33632-2015; физико-химические показатели – титруемая кислотность молочной плазмы и жировой фазы по ГОСТ Р 55361-2012, перекисные числа по ISO 3976IDF 74:2006 и окисленность жировой фазы по пробе 2-ТБК [14].

Результаты и их обсуждение

Температура хранения 3 ± 2 °С. Срок годности сливочного масла, упакованного в алюминиевую кашированную фольгу, полимерные материалы, стаканчики и коробочки из полимерных материалов и хранящегося при 3 ± 2 °С, в соответствии с рекомендациями ГОСТ 32261-2013 составляет 35 сут или с учетом коэффициента резерва 42 сут. Высокий уровень санитарии и гигиены на производстве, качественное сырье и соблюдение принятых технологических режимов изготовления масла позволяет предприятиям увеличивать сроки годности масла в потребительской упаковке. Для практической реализации увеличения сроков годности необходимо учитывать применяемые на предприятии виды упаковочных материалов и способы фасования.

В условиях эксперимента при температуре хранения 3 ± 2 °С образцы масла, упакованные в стандартных условиях и с применением МГС, имеющие исходную бактериальную обсемененность на уровне 10^3 КОЕ/$см^3$ и низкое содержание БГКП и дрожжей, сохраняли длительный период (более 170 сут) соответствие нормируемых микробиологических показателей требованиям ТР ТС 033/2013, независимо от окружающей газовой среды (рис. 1).



* Красная прямая линия показывает допустимый уровень содержания нормируемой группы микроорганизмов в 1 $см^3$ масла

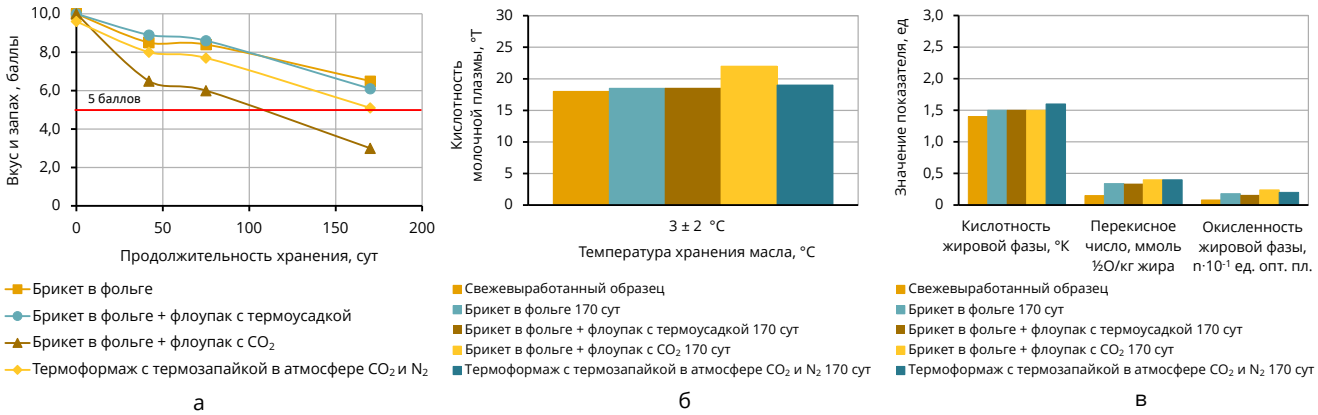
Рисунок 1. Изменение микробиологических показателей в промышленно изготовленных образцах масла при использовании упаковочных материалов с защитной средой в процессе хранения при температуре 3 ± 2 °С: а) КМАФАнМ; б) БГКП; в) количество дрожжей

[4]Иванова, Н. В. Микробиологические риски при упаковке сливочного масла в различной газовой среде / Н. В. Иванова, М. Б. Захарова, Е. В. Топникова // Производство сыра, масла и другой молочной продукции в современных условиях. Проблемы и пути решения : Сборник материалов международной научно-практической конференции. Углич: ВНИИМС, 2023. С. 305–311. https://www.elibrary.ru/qlgoxk

Увеличение общей бактериальной обсемененности на один порядок через 70 сут за счет развития группы мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов наблюдается лишь в образце, упакованном способом термоформаж с термозапайкой в атмосфере CO_2 и N_2. Однако изменения показателей БГКП и количества дрожжей для этого варианта упаковки при температуре хранения 3 ± 2 °С не выявлено.

Вкус и запах масла, упакованного брикетом в кашированную фольгу в обычной воздушной среде и с дополнительной защитной упаковкой в термоусадочную пленку в вакууме, сохранялись в течение исследуемого периода хранения без явных выраженных пороков. После 100 сут хранения, в связи с понижением оценки за вкус и запах ниже 8 баллов, данные варианты переведены из высшего сорта в первый сорт, но не были забракованы и через 170 сут хранения. В масле, упакованном брикетом в кашированную фольгу с дополнительной защитной полимерной пленкой, запаянной в газовой среде CO_2 (флоупак с CO_2), через 42 сут хранения отмечен кисло-соленый вкус, нехарактерный для сладкосливочного масла, который при хранении усиливался и приобретал содовый оттенок (рис. 2а). Данные тенденции характерны и для масла, упакованного способом термоформаж с термозапайкой в атмосфере CO_2 и N_2, но при меньшем содержании углекислого газа выраженность нежелательных привкусов была слабее.

Наблюдаемые изменения органолептических характеристик в сливочном масле при хранении его в условиях 3 ± 2 °С подтверждаются изменением кислотности молочной плазмы и показателей окислительной порчи жировой фазы масла (рисунок 2б и 2в). Титруемая кислотность молочной плазмы к моменту окончания сроков хранения не превысила нормируемого уровня (26,0 °Т), однако более высокого значения достигла в образцах масла, упакованных в среде углекислого газа. Кислотность жировой фазы имела незначительный рост во всех образцах, независимо от упаковки; в сравнении между исследуемыми образцами чуть большие изменения данного показателя наблюдались в упаковке «термоформаж» с термозапайкой в газовой среде, содержащей 70 % азота и 30 % углекислого газа. Значения перекисных чисел и окисленности жировой фазы в процессе всего периода хранения при температуре 3 ± 2 °С изменились незначительно, однако относительно большие значения данных показателей отмечены в образцах масла, упакованных в среде углекислого газа и смешанной среде CO_2 и N_2. Это свидетельствует об их меньшей эффективности при торможении окислительных процессов в жировой фазе масла, чем у упаковки под вакуумом. Масло, упакованное брикетом в кашированную фольгу в обычной воздушной среде и с дополнительной защитной упаковкой в термоусадочную пленку в вакууме, хранилось 170 суток и соответствовало первому сорту на конец срока хранения. В то же время образцы, упакованные в среде CO_2 и CO_2 с N_2, уже через 42 суток были оценены первым сортом и в дальнейшем после 100 суток хранения были забракованы с пороками нечистого и слабокислого вкуса и запаха, привкусом салистости и признаками окисленности.



* Красная прямая линия показывает допустимый уровень содержания нормируемой группы микроорганизмов в 1 см³ масла

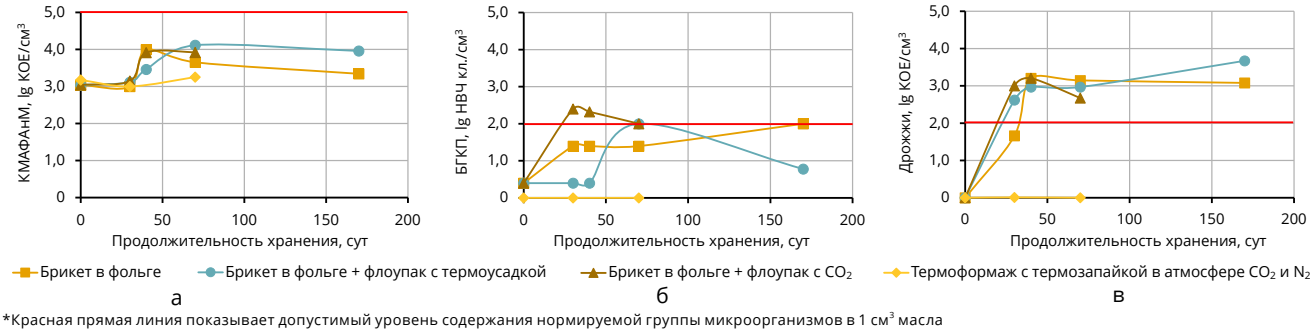
Рисунок 2. Изменение органолептических и физико-химических показателей образцов масла, изготовленных в промышленных условиях при использовании упаковочных материалов с защитной средой в процессе хранения при температуре 3 ± 2 °С: а) вкус и запах; б) титруемая кислотность молочной плазмы; в) показатели окисленности жировой фазы масла

Источник изображения: freepik.com

Температура хранения 10 ± 1 °С. В процессе хранения образцов масла в условиях аггравированной температуры 10 ± 1 °С изменения органолептических характеристик и содержания остаточной микрофлоры более значимы в сравнении с температурой хранения 3 ± 2 °С. Наблюдается медленное развитие отдельных групп микроорганизмов, в частности БГКП и дрожжей. Тем не менее, превышения показателя КМАФАнМ в исследованных образцах за период хранения не выявлено (рисунок 3а). Развитие БГКП и дрожжей отмечено во всех образцах за исключением масла, упакованного с термозапайкой в газовой среде, содержащей 70 % азота и 30 % углекислого газа.

Следует отметить, что для данного вида фасовки – термоформаж с термозапайкой в атмосфере CO_2 и N_2 – микробиологические риски, связанные с дрожжами и БГКП, не выявлены как при температуре хранения 3 ± 2 °С, так и при 10 ± 1 °С. Однако риски, связанные с дрожжами, существуют, о чем свидетельствует развитие дрожжей в образцах масла при хранении в условиях ускоренной порчи при 25 ± 1 °С[5]. В то же время развития БГКП в условиях ускоренной порчи за весь период от закладки до 20 сут хранения не выявлено[5]. Возможной причиной отсутствия в данном виде фасовки микробиологических рисков, связанных с БГКП, является наличие коли-бактерий в виде единичных клеток и полное подавлению углекислым газом их развития.

Однако углекислый газ, хорошо растворяясь в водной и жировой фазе масла, оказывает отрицательное влияние на органолептические характеристики,



*Красная прямая линия показывает допустимый уровень содержания нормируемой группы микроорганизмов в 1 см³ масла

Рисунок 3. Изменение микробиологических показателей в промышленно изготовленных образцах масла при использовании упаковочных материалов с защитной средой в процессе хранения при температуре 10 ± 1 °С: а) КМАФАнМ; б) БГКП; в) количество дрожжей

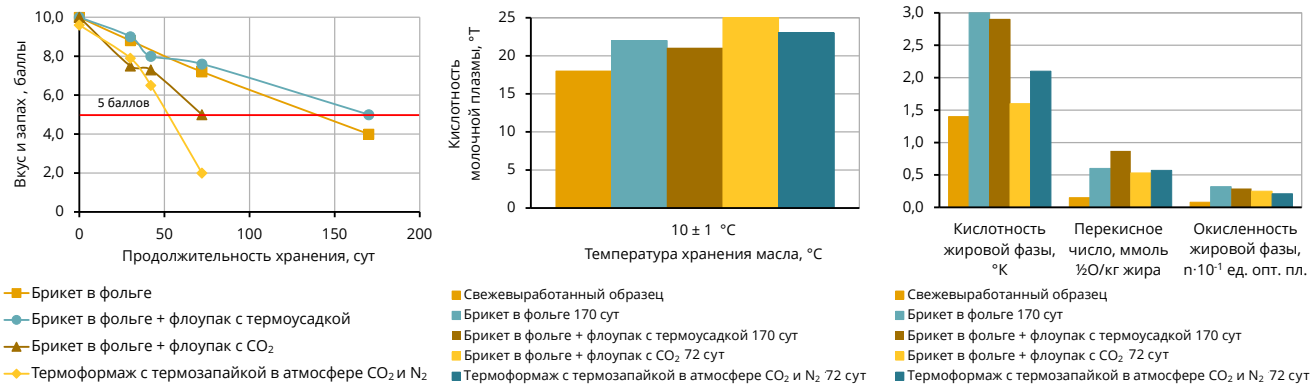
[5]Иванова, Н. В. Микробиологические риски при упаковке сливочного масла в различной газовой среде / Н. В. Иванова, М. Б. Захарова, Е. В. Топникова // Производство сыра, масла и другой молочной продукции в современных условиях. Проблемы и пути решения : Сборник материалов международной научно-практической конференции. Углич: ВНИИМС, 2023. С. 305–311. https://www.elibrary.ru/qlgoxk

Источник изображения: freepik.com

что привело к забраковке образца, упакованного в атмосфере CO_2 и N_2, через 70 сут хранения с выраженными пороками порчи жировой фазы (прогорклый, парафиновый, посторонний, окисленный привкусы; налет штаффа по всей поверхности образца). В образце, упакованном в атмосфере только CO_2, «брикет в фольге + флоупак с CO_2» наблюдается появление содового (щелочного) послевкусия через 28 сут и забраковка с характеристиками вкуса «соленый, содовый (щелочной), сладковатый с наличием пузырьков газа» через 70 сут хранения (рис. 4а).

Появление пороков во вкусе и запахе масла в процессе его хранения при температуре 10 ± 1 °С связано с более интенсивным протеканием окислительных процессов, что отразилось в более высоких значениях кислотности жировой фазы, перекисных чисел и показателя окисленности по пробе с 2-ТБК (рис. 4в), свидетельствующих о появлении продуктов окисления жирных кислот, вызывающих указанные выше пороки и, соответственно, более раннюю забраковку образцов масла по сравнению с хранением при 3 ± 2 °С.

Дополнительная упаковка брикетов в кашированной фольге в термоусадочную пленку под вакуумом, которая способствует вытеснению кислорода и предотвращению порчи аэробными микроорганизмами, не обеспечила подавление развития факультативно-анаэробных микроорганизмов (БГКП, представители рода *Bacillus*) и дрожжей как при температуре 3 ± 2 °С таки при 10 ± 1 °С, но дала положительный эффект по снижению поверхностного окисления, вызывающего порчу жира. Это способ-



* Красная прямая линия показывает допустимый уровень содержания нормируемой группы микроорганизмов в 1 см³ масла

Рисунок 4. Изменение органолептических и физико-химических показателей образцов масла, изготовленных в промышленных условиях при использовании упаковочных материалов с защитной средой в процессе хранения при температуре 10 ± 1 °С: а) вкус и запах; б) титруемая кислотность молочной плазмы; в) показатели окисленности жировой фазы масла

Источник изображения: freepik.com

ствовало предотвращению образования штаффа на поверхности масла на протяжении всего периода хранения, что является положительным эффектом данного способа фасования как с точки зрения более длительного сохранения качества масла, так и визуального восприятия его потребителем. Вместе с тем, в целом окислительные процессы в данной упаковке при температуре хранения 10 ± 1 °С протекали более интенсивно, чем при 3 ± 2 °С, и за тот же промежуток времени хранения значения показателей окислительной порчи превышали уровень, достигнутый при 3 ± 2 °С, в 1,3–2,0 раза

В процессе хранения образцов масла с учетом возможных рисков повышения температуры в холодовой цепи отмечены следующие изменения в динамике развития групп микроорганизмов, нормированных по ТР ТС 033/2013:

- в образце, упакованном брикетом в кашированную фольгу с дополнительной защитной упаковкой в термоусадочную пленку в вакууме, прослеживается задержка развития БГКП, наблюдается более интенсивное развитие дрожжей на начальном этапе хранения по сравнению с образцом в фольге без дополнительного защитного слоя, но в целом направленность и уровень микробиологических процессов в этих образцах аналогичны;
- наиболее интенсивное развитие БГКП и дрожжей с последующим вымиранием отмечено при упаковке брикета в фольге в пакет «флоупак» в атмосфере CO_2;
- в образце, упакованном в полимерный материал с термозапайкой в атмосфере CO_2 и N_2, наблюдается отсутствие развития БГКП и дрожжей за исследуемый период хранения. Хранение масла, упакованного в атмосфере CO_2 и N_2 (термоформаж с термозапайкой) в провокационных условиях при 25 ± 1 °С указывает на наличие микробиологических рисков, связанных с дрожжами, которые не проявились при других температурах хранения, и отсутствие рисков относительно БГКП[6].

Выводы

Полученные данные по оценке вкуса и запаха масла, упакованного в среде углекислого газа и смешанной газовой среде углекислого газа и азота, показали, что масло приобретало нехарактерный кислый вкус, содовый и щиплющий, что можно объяснить частичным растворением газа в сливочном масле при его герметичной упаковке. При этом образцы масла имели повышенную титруемую кислотность молочной плазмы в отличие от образцов, упакованных в обычной воздушной среде и при использовании дополнительной защитной термоусадочной пленки с созданием вакуума. Показатели окислительной порчи жировой фазы не имели значимых отличий во всех сравниваемых образцах данной группы за период наблюдения при стандартных условиях хранения.

В результате проведенных исследований установлено, что использование модифицированной газовой среды с содержанием углекислого газа 100 % неприемлемо для упаковки сливочного масла по причине высокой растворимости CO_2 в водной и жировой фазе масла и получению сладковато-солено-кислого вкуса с мыльным (щелочным) оттенком, что не соответствует требуемым органолептическим показателям для сливочного масла. Использование модифицированной газовой среды с содержанием углекислого газа 30 % и азота 70 % обеспечивает задержку развития аэробной микрофлоры, но не препятствует развитию БГКП и дрожжей и не способствует сохранению органолептических показателей сливочного масла.

Использование кашированной фольги с дополнительной защитной пленкой флоу-пак под вакуумом не препятствует развитию значимых для качества и безопасности сливочного масла групп микроорганизмов: факультативно-анаэробных (рода *Bacillus*, БГКП) и анаэробных (рода *Clostridium*) бактерий, а также дрожжей, но предотвращает развитие плесневых грибов. Кроме того, имеет положительный эффект для снижения процессов окислительной порчи жира, что создает предпосылки для возможного увеличения сроков годности масла с низкой исходной бактериальной обсемененностью. ■

Effect of Packaging on Butter Quality and Shelf-Life

Marina B. Zakharova, Ekaterina N. Pirogova, Elena V. Topnikova
All-Russian Scientific Research Institute of Butter and Cheese Production, Gorbatov Federal Research Center for Food Systems, Uglich

The quality and storage capacity of butter depends on the gas environment during packaging. The authors used standard research methods to assess the potential microbiological storage risks at 3 ± 2 °C (State Standard GOST 32261-2013) and 10 ± 1 °C (aggravated thermal conditions), as well as to measure the effect of modified gas environment on the sensory, microbiological, and physicochemical properties of butter with 72.5 % fat. The modified gas environment with 100 % carbon dioxide proved unacceptable for butter packaging because the high solubility of CO_2 in the aqueous and fatty phase of the butter resulted in a sour, soda, and pungent taste with an alkaline tint. The modified gas environment with 30 % carbon dioxide and 70 % nitrogen inhibited aerobic microflora. However, it had no effect on coliform bacteria and yeasts and failed to preserve the sensory properties. Laminated foil with an additional flow-pack vacuum protective film reduced the oxidative processes and prevented the development of mold fungi, thus increasing the shelf-life of butter with a low initial bacterial contamination.

Keywords: butter, microbiological risks, packaging, modified atmosphere, shelf-life

Список литературы

1. **Мяленко, Д. М.** Особенности санитарно-химических и органолептических исследований упаковочных полимерных материалов / Д. М. Мяленко // Молочная промышленность. 2021. № 2. С. 8–10. https://doi.org/10.31515/1019-8946-2021-02-8-10; https://www.elibrary.ru/gfhavw

2. **Коулз, Р.** Упаковка пищевых продуктов / Р. Коулз, Д. Мак Дауэлл, М. Дж. Кирван. – СПб.: Профессия, 2008. – 408 с.

3. **Вышемирский, Ф. А.** Комбинированный материал на основе алюминиевой фольги для сливочного масла / Ф. А. Вышемирский, О. И. Смирнова, Г. М. Свириденко, М. Э. Дергунова // Сыроделие и маслоделие. 2009. № 5. С. 39–41. https://www.elibrary.ru/kzwssv

4. **Гуща, Ю. М.** Увеличение сроков годности сливочного масла / Ю. М. Гуща, Е. В. Топникова, Н. В. Иванова // Молочная промышленность. 2018. № 3. С. 28–32. https://www.elibrary.ru/yorraj

5. **Рожкова, О. Д.** Особенности процесса упаковки пищевых продуктов под вакуумом с газовой средой / О. Д. Рожкова // Известия ТулГУ. Технические науки. 2019. № 5. С. 51–55. https://www.elibrary.ru/joqmkj

6. **Mullan, M.** Modified Atmosphere Packaging / M. Mullan, D. Mc. Dowell // Food and Beverage Packaging Technology. Blackwell Publishing Ltd, 2011. P. 262–293. https://doi: 10.1002/9781444392180.ch10

7. **King, A. D.** Influence of carbon dioxide up on the metabolism of *Pseudomonas aeruginosa* / A. D. King, C. W. J. Nagel // Food Science. 1975. V. 40. P. 362–366. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1975.tb02202.x

8. **Li, P.** The regulation of carbon dioxide on food microorganisms: A review. / P. Li, J. Mei, J. Xie // Food Research International. 2023. Vol. 172. 113170. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113170

9. **Kolbeck, S.** Effect of high levels of CO_2 and O_2 on membrane fatty acid profile and membrane physiology of meat spoilage bacteria / S. Kolbeck [et al.] // European Food Research and Technology. 2021. Vol. 247. P. 999–1011. https://doi.org/10.1007/s00217-020-03681-y

10. **Брайен, Р.** О. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение / Р.О. Брайен. – СПб.: Профессия, 2007. – 752 с.

11. **Магаюмова, О. Н.** Упаковка продукции в модифицированной газовой среде / О. Н. Магаюмова, Г. Б. Белокурова // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. 2020. № 13. С. 164–175. https://www.elibrary.ru/yrbakw

12. **Лисицын, А. Б.** Технология упаковки. Вакуумирование или модифицированные газовые среды / А. Б. Лисицын, Е. А. Евстафьева, М. А. Куприянов // Все о мясе. 2007. № 5. С. 32–33. https://www.elibrary.ru/kuskzb

13. **Топникова, Е. В.** Основные факторы, обеспечивающие качества и хранимоспособность масла из коровьего молока / Е. В. Топникова // Сыроделие и маслоделие. 2011. № 4. С. 51–54. https://www.elibrary.ru/ofxwuz

14. **Guzmán-Chozas, M.** 2-thiobarbituric acid test for lipid oxidation in food: Synthesis and spec troscopic study of 2-thiobarbituric acid-malonaldehyde adduct / M. Guzmán-Chozas, I. M. Vicario-Romero, R. Guillén-Sans // Journal of the American Oil Chemists' Society. 1998. Vol. 75(12). P. 1711–1715. https://doi.org/10.1007/s11746-998-0321-3