ПРОИЗВОДСТВО СЛИВОЧНОГО МАСЛА

План

1. Производство сливочного масла в мире, в России, в Пензенской области

2. Способы производства и сорта сливочного масла

3. Физико-химические основы производства масла

4. Биохимические процессы при производстве сливочного масла

5. Компоненты, участвующие в формировании качества и стойкости масла

6. Качество сливочного масла, производимого в России, пищевые добавки, польза и вред, фальсификация

## 1. Производство сливочного масла в мире, в России, в Пензенской области

Сегодня маслоделие переживает кризис. За годы экономических реформ страна стала крупным импортером сливочного масла. В России структура молочных продуктов изменяется под действием целого ряда факторов, главным среди которых является сокращение надоев молока в стране.

Самым уязвимым из всех молочных продуктов оказалось сливочное масло, затраты молока на производство которого в стране постепенно сокращаются. Основная причина этого в том, что полноценное сливочное масло - продукт молокоемкий, чем выше качество масла, тем больше требуется молока на его производство и выше его себестоимость. Эти две причины - сокращение надоев молока и низкая покупательная способность основной части населения и привели к резкому сокращению его производства

Признанными лидерами в области производства сливочного масла во всем мире считаются Украина, Франция, Германия, США и Индия. Причем в Россию самые крупные партии сливочного масла ввозятся не только из Новой Зеландии, но и с Германии - 11% импорта, и Финляндии - 17%.

Соотношение импортной и отечественной продукции на российском рынке сливочного масла в настоящее время характеризуется следующими данными: 66% - отечественного производства и 34% - зарубежного, в предыдущем году - 70 и 30%соответственно.

Производство сливочного масла и нашей стране к 2004 г. сократилось: выпуск составил 217903 т, было освоено лишь 91,38% по сравнению с 2003 г.

При средней контрактной цене на импортное сливочное масло 1384 долл. за 1 т самая дорогая и качественная продукция поступает в Россию из Финляндии и Франции - свыше 1500 долл/т. Но средним контрактным ценам осуществляются поставки сливочного масла из Новой Зеландии и Словакии, а самая дешевая продукция ввозится в Россию из Испании.

В Пензенской области в 2004 г было произведено 7262 т. сливочного масла.

## 2. Способы производства и сорта сливочного масла

Выработка сливочного масла - сложный физико-химический процесс, основой которого является выделение жира из сливок в виде жирового концентрата (промежуточный продукт), равномерное распределение его компонентов и пластификация. Существуют два метода концентрации жировой фазы сливок: в холодном состоянии - так называемым сбиванием и в горячем - сепарированием. В зависимости от метода концентрации на промежуточных стадиях процесса соответственно получают масляное зерно или высокожирные сливки, которые по структуре и свойствам существенно отличаются от сливочного масла и друг от друга.

При производстве коровьего масла используют следующие принципиально различные способы выработки: сбивание заранее подготовленных сливок в маслоизготовителях периодического (традиционная схема) и непрерывного действия; преобразование высокожирных сливок в специальных аппаратах - маслообразователях.

При производстве сливочного масла способом сбивания сливок основой технологии является выделение из сливок жировой фазы (сбиванием) и превращение образовавшегося масляного зерна в монолит масла со свойственной ему структурой и консистенцией.

Физико-химическая сущность метода основывается на особенности молочного жира изменять агрегатное состояние в зависимости от температуры. Для этого сливки подвергают физическому созреванию. Сбивают сливки и обрабатывают масляное зерно механическим воздействием при определенном температурном режиме.

Для выработке масла данным способом используют маслоизготовители периодического и непрерывного действия. С учетом конструктивных особенностей маслоизготовителей режимы технологического процесса различаются, но при этом сущность процесса остается неизменной.

Технологические режимы в основном зависят от химического состава и свойств молочного жира, вида вырабатываемого масла, используемого оборудования.

В общем виде процесс производства масла способом сбивания сливок имеет следующий порядок операций:

Приемка и сортировка молока

↓

Подогревание, сепарирование молока и получение сливок

↓

Тепловая и вакуумная обработка сливок

↓

Резервирование и физическое созревание сливок

↓

Биологическое сквашивание сливок

(при производстве кислосливочного масла)

↓

Сбивание сливок

↓

Механическая обработка масляного зерна

↓

Фасование и упаковка

↓

Хранение масла

Сущность метода преобразования высокожирных сливок заключается в концентрации жировой фазы молока (сливок), нагретых до температуры 40 - 45 (60 - 80) ˚С, сепарированием до содержания ее в готовом масле. При этом сначала на промежуточной стадии процесса получают высокожирные сливки (аналогично масляному зерну, получаемому при выработке масла методом сбивания сливок).

Схема процесса выработки масла данным методом включают следующие технологические операции:

Приемка и сортировка молока

↓

Подогрев, сепарирование молока и получение сливок

↓

Тепловая и вакуумная обработка сливок

↓

Сепарирование сливок и получение высокожирных сливок

↓

Нормализация состав высокожирных сливок

↓

Расчет и внесение бактериальной закваски и поваренной соли

(при выработке кислосливочного и соленого масла)

↓

Преобразование высокожирных сливок в масло

↓

Фасование и упаковка масла

Масло из коровьего молока в зависимости от технологии изготовления подразделяют на сливочное и топленое.

Сливочное масло в зависимости от особой технологии изготовления подразделяют на сладкосливочное, включая стерилизованное, кислосливочное и подсырное.

Сладкосливочное и кислосливочное масло в зависимости от массовой доли жира подразделяют на классическое и пониженной жирности.

Сладкосливочное и кислосливочное классическое и пониженной жирности масло подразделяют на несоленое и соленое.

Масляную пасту из коровьего молока в зависимости от особой технологии изготовления подразделяют на сладкосливочную и кислосливочную.

Сладкосливочную и кислосливочную масляную пасту подразделяют на несоленую и соленую.

В последние 20-30 лет во всем мире широкое распространение получили аналоги сливочного масла - спреды, которые вырабатываются с различной степенью замены молочного жира растительным. В соответствии с принятой в России классификацией (ГОСТ Р 52100-2003) спреды подразделяются на сливочно-растительные (более 50% молочного жира в жировой фазе), растительно-жировые (без молочного жира).

Для получения продукта со сбалансированным жирнокислотным составом наиболее оптимальным при замене молочного жира растительным является диапазон 40-50%.

Для производства спредов оптимальным является метод преобразования высокожирных сливок. Залог успеха в достижении поставленной цели - использование молочного и растительного сырья высокого качества, стабильная и согласованная работа технологического оборудования, тщательный постоянный контроль и анализ технологического процесса.

Важнейшим условием изготовления качественного продукта является получение стойкой высокожирной эмульсии с растительно-молочно-жировой основой. Для этого при смешивании компонентов требуется соблюдать следующие условия:

плавление растительных масел необходимо осуществлять при температуре 65±5˚С, не допуская местного перегрева;

температура компонентов при смешивании не должна различаться более чем на 5˚С;

параметры эмульгирования смеси должны учитывать степень замены молочного жира в продукте, а также особенности работы оборудования.

Этап эмульгирования имеет особое значение для получения качественного продукта. При использовании приведенной схемы требуется наличие эмульгатора, позволяющего достичь необходимой степени эмульгирования жира. При его отсутствии можно в отдельном резервуаре из обезжиренного молока и заменителя молочного жира получить растительно-молочную эмульсию с содержанием жира 30-35% ("растительные сливки"), смешать ее с молочными сливками такой же жирности и сепарировать до получения высокожирных сливок требуемого состава. При этом несколько уменьшается экономическая эффективность.

## 3. Физико-химические основы производства масла

Производство масла способами сбивания и преобразования высокожирных сливок сводится к изменению агрегатного состояния шариков жира сливок с последующим освобождением и концентрированием жировой фазы при одновременном образовании структуры масла. Основными физико-химическими процессами маслообразования считают отвердевание жира, кристаллизацию триглицеридов и формирование структуры масла.

**Получение масла способом сбивания сливок.** Главные физико-химические изменения жировой фазы, приводящие к маслообразованию, происходят во время физического созревания и сбивания сливок в маслоизготовителе. B процессе физического созревания сливок при низких температурах наблюдается отвердевание жира с кристаллизацией триглицеридов. Установлено, что жир кристаллизуется в шариках жира послойно - сначала образуется мономолекулярный кристаллический слой высокоплавких триглицеридов по периферии оболочки шариков, затем кристаллизуются внутренние слои жира. Слои отвердевшего жира (толщиной около 5 нм) накладываются один на другой, между ними заключается жидкий жир. Таким образом, в шарике жира до разрушения оболочки образуется структурный каркас из высоко - и среднеплавких триглицеридов.

Полного отвердевания молочного жира во время охлаждения сливок не происходит. Каждой температуре охлаждения соответствует определенная степень отвердевания жира. После отвердевания части жира устанавливается равновесие между твердым и жидким жиром. Ha степень отвердевания жира влияют температура и продолжительность охлаждения, жирно-кислотный состав триглицеридов и другие факторы. Перемешивание сливок в процессе их созревания значительно ускоряет отвердевание жира и кристаллизацию триглицеридов.

Степень отвердевания жира и характер кристаллизации триглицеридов являются определяющими факторами скорости маслообразования, а также формирования структуры и консистенции масла. Оптимальным считается содержание в сливках 30-35% отвердевшего жира (при соотношении в нем легко - и высокоплавких триглицеридов 2:

1). При избыточном отвердевании жира получается масло грубой, крошливой консистенции, а при недостаточном - мягкой, мажущейся консистенции. Для получения масла хорошей консистенции необходимо образование мелких термоустойчивых кристаллов триглицеридов в стабильной р\*-модификации и преобладание в структуре коагуляционных элементов, обеспечивающих его пластичность и термоустойчивость.

Соотношение легко - и высокоплавких триглицеридов в жире исходных сливок зависит от времени года. Поэтому в целях получения масла оптимальной консистенции на молочных заводах используют дифференцированные температурные режимы охлаждения, созревания и сбивания сливок, учитывающие сезонные изменения химического состава молочного жира.

B результате механической обработки сливок при их сбивании в маслоизготовителе жировая эмульсия полностью разрушается. Шарики жира окончательно лишаются оболочек (готовое масло содержит незначительное количество жира в виде эмульсии, табл.46), агрегаты кристаллов жира (микрозерна) объединяются сначала в мелкие, а затем в более крупные комочки - масляные зерна, которые подвергают последующей механической обработке. Интенсивность механической обработки. Существует несколько теорий, объясняющих образование масла при сбивании сливок, - флотационная, гидродинамическая и другие (они подробно рассматриваются в курсе "Технология молока и молочных продуктов"). Одна из них связывает образование масла со способностью сливок давать стойкую пену - дисперсную систему, состоящую из пузырьков газа (воздуха), распределенных в жидкости. Пена образуется при вработке в сливки воздуха - он разбивается на мельчайшие пузырьки, которые удерживаются вместе с помощью прослоек из веществ плазмы сливок. Co временем пленки между пузырьками пены становятся тоньше, пузырьки лопаются и пепа разрушается. B процессы образования и разрушения пены вовлекаются шарики жира, при этом они теряют свои оболочки, укрупняются и образуют далее масляные зерна.

**Получение масла способом преобразования высокожирных сливок.** Исходное сырье при производстве масла данным способом - высокожирные сливки - представляет собой достаточно стабильную эмульсию, шарики жира которой разделены тонкими водно-белковыми прослойками дисперсионной среды. Изменение структуры высокожирных сливок происходит при маслообразовании, которое включает процессы отвердевания и кристаллизации жира, обращения фаз и структурообразования.

B маслообразователе горячие высокожирные сливки подвергаются одновременному воздействию низких положительных температур и интенсивному механическому перемешиванию. B результате происходит почти полное разрушение оболочек шариков жира и освобождение не успевшей отвердеть жидкой жировой фазы. Затем наступают отвердевание и кристаллизация триглицеридов из расплава (жидкого) жира.

При ступенчатом охлаждении продукта (сначала до 19 - 220C, затем до 10-150C) происходит процесс раздельно-групповой кристаллизации триглицеридов: в начале его преимущественно кристаллизуются высоко - и среднеплавкие, в конце - легкоплавкие триглицериды. Параллельно наблюдается переход менее стабильных полиморфных форм триглицеридов в более стабильные (явление полиморфных превращений). Отвердевание оптимального количества жира в маслообразователе не происходит--масло при выходе из него имеет около 12% отвердевшего жира. Процесс отвердевания продолжается в монолите масла при термостатировании и хранении.

Процесс отвердевания жира происходит неравномерно, так как молочный жир представляет собой смесь триглицеридов с различной температурой отвердевания. Агрегаты из нескольких молекул триглицеридов в твердом состоянии представляют собой кристаллические массы. B зависимости от условий отвердевания они способны образовать четыре полиморфные модификации (формы): нестабильную аморфную (стеклообразную) форму икристаллические а-, ß' - и ß-модификации. Полиморфная модификация - неустойчивая, более низкоплавкая, отличается неплотной упаковкой молекул триглицеридов, имеет в основном структуру тройной длины цепи, представляет собой отдельные игольчатые кристаллы. ß'-Модификация - средне-плавкая, сравнительно устойчивая (она в основном обусловливает хорошую консистенцию масла); ß-модификация - наиболее стабильная и высокоплавкая, ß' - и ß-модификации имеют наиболее плотную упаковку молекул триглицеридов в виде структур двойной и тройной длины цепи. При этом образуются кристаллические структуры в форме игольчатых или плотных сферолитов. Bo время охлаждения сливок менее устойчивые полиморфные модификации, как правило, необратимо переходят в более стабильные: v^-a^-

Часть оболочек шариков жира в маслообразоватоле не разрушается, также возможно вторичное эмульгирование жидкого жира.

Одновременно с отвердеванием жира в маслообразователе происходит процесс, называемый обращением (сменой) фаз - переход прямой эмульсии в обратную. При этом жидкая жировая фаза становится непрерывной; в ней распределяются кристаллический и отвердевший жир, капли плазмы, отдельные шарики жира с не разрушенными или частично разрушенными оболочками и пузырьки воздуха.

Явление обращения фаз характерно для концентрированных эмульсий. Оно может быть обусловлено различными причинами, в том числе и длительным механическим воздействием. B процессе обращения фаз капли дисперсной фазы (масла) прямой эмульсии сначала растягиваются и превращаются в пленки, затем пленки охватывают дисперсионную среду (воду), которая становится дисперсной фазой в обратной эмульсии.

B конце перемешивания, когда количество освободившегося жира достигает максимума, преобладает обратная эмульсия. O смене фаз судят по количеству деэмульгированного (свободного) жира или по содержанию в плазме масла эмульгированного жира. Обращение фаз сопровождается продолжающейся кристаллизацией жира и полиморфными превращениями триглицеридов. При этом образующиеся кристаллы жира взаимодействуют между собой и формируют пространственную структуру масла. От преобладания в структуре кристаллизационных или коагуляционных элементов зависит консистенция масла.

При получении масла методом сбивания сливок кристаллизация и фазовые превращения триглицеридов практически завершаются в процессе выработки масла. Структурные элементы масла представляют собой микрозерна жира, сформировавшиеся в пределах шарика жира. Это мельчайшие (размером до 1 мкм) кристаллы (палочковидные и сферолиты), равномерно распределенные по монолиту масла и придающие ему пластичность (Ф. A. Вышемирский).

Отвердевание жира и полиморфные превращения триглицеридов при выработке масла способом преобразования высокожирных сливок происходят как в расплаве жира в маслообразователе, так и в монолите масла при медленном охлаждении. Поэтому кристаллическая структура масла характеризуется наличием в основном крупных (размером более 1 мкм) кристаллоагрегатов (встречаются и мелкие кристаллы, неравномерно распределенные по монолиту). Это обусловливает образование структуры с преобладанием кристаллизационных элементов.

B зависимости от характера взаимодействия между образовавшимися кристаллами жира масло может иметь кристаллизационно-коагуляционную (зернистую) или конденсационно-кристаллизационную (гомогенную) структуру. Принято считать, что первая структура, характеризующаяся пластичностью и термоустойчивостью, присуща маслу, выработанному способом сбивания. Вторая структура, отличающаяся от первой повышенной твердостью и хрупкостью при пониженной термоустойчивости, более характерна для масла, полученного способом преобразования высокожирных сливок. Однако, по данным Ф. A. Вышемирского, путем применения различных режимов охлаждения и механической обработки (получая в качестве промежуточного продукта масляное зерно) можно и способом преобразования высокожирных сливок выработать масло зернистой структуры.

Согласно теории акад. П.A. Ребиндера различие образующихся пространственных структур при получении масла можно объяснить различным характером связей между частицами дисперсной фазы (см. рис.39). Кристаллизационно-коагуляционная структура создается силами сцепления между кристаллами, которые в местах контакта разделены прослойками жидкого жира и остатками оболочек. Она обладает способностью к тиксотропному уплотнению структурных элементов, т. e. пластичностью, но пониженной прочностью.

Конденсационно-кристаллизационная структура представляет собой сетку-каркас из сросшихся между собой кристаллов. Данная структура характеризуется повышенной механической прочностью, но одновременно хрупкостью и плохой восстанавливаемостью после разрушения.

Количество, равномерность распределения, дисперсность плазмы и воздушной фазы определяют механическую прочность, связность, упругость, термоустойчивость и устойчивость масла при хранении. Масло, выработанное способом преобразования высокожирных сливок, характеризуется большей степенью дисперсности и более гомогенным распределением плазмы. B нем содержатся в основном (более 90%) капли диаметром от 1 до 4-5 мкм и лишь незначительное количество более крупных капель. B масле, полученном способом сбивания, плазма распределена менее равномерно, в нем больше средний размер капель и содержание крупных (диаметром 4-6 и даже 10-15 мкм) капель. Как известно, дисперсность плазмы во многом обусловливает характер и интенсивность окислительных и микробиологических процессов при хранении масла (см. главу 13). Вместе с тем в масле, выработанном способом преобразования высокожирных сливок, по сравнению с маслом, полученным способом сбивания, ниже содержание воздушной фазы и выше количество эмульгированного жира (см. табл.46).

Химический состав масла, выработанного двумя способами, отражающий использование составных частей сливок, различен (табл.47). По данным ВНИИМСа, в масле, выработанном способом преобразования высокожирных сливок, содержание COMO на 9-10% выше, чем в масле, полученном способом сбивания. Оно также содержит больше лактозы, белков, биологически ценных фосфолипидов, некоторых карбонильных соединений, но характеризуется меньшим количеством летучих жирных кислот.

ВНИИМСом разработаны новые виды масла, обладающие повышенной биологической ценностью - масло с увеличенным содержанием белка, с заменой 25% молочного жира растительным маслом, с различными наполнителями и т.д.

## 4. Биохимические процессы при производстве сливочного масла

Масло животное - пищевой продукт, основой которого является жировая фаза коровьего молока или молока других сельскохозяйственных животных (буйволиц, самок яка, козьего и др.). Характер структуры, физико-химические характеристики, потребительские показатели масла обусловлены массовой долей жира.

При выработке масла методами сбивания сливок и преобразования высокожирных сливок наряду с агрегатным изменением молочного жира протекают биохимические процессы, вызываемые полезной и вредной микрофлорой и ее ферментами. Значение этих процессов особенно велико при выработке кислосливочного масла. При производстве сладкосливочного масла с соблюдением технологических режимов и санитарных условий биохимические процессы не оказывают определяющей роли (при отсутствии загрязнения сливок посторонней-микрофлорой).

Технология кислосливочного масла основана на биохимических процессах, возбудителями которых являются молочнокислые и ароматобразующие бактерии, используемые в виде заквасок. В результате их развития в сливках в масле происходит гомо - и гетероферментативное молочнокислое брожение.

В зависимости от условий среды при гомоферментативном молочнокислом брожении, кроме молочной кислоты, образуются небольшие количества летучих кислот, диацетила, ацетоина, бутеленгликоля и других соединений. Большее количество их продуцируют ароматобразующие бактерии при сбраживании лимонной кислоты.

При гетероферментативном молочнокислом брожении, кроме молочной кислоты, образуются спирт, уксусная кислота, углекислый газ.

В образовании аромата кислосливочного масла участвуют летучие кислоты, диацетил, ацетоин (как предшественник диацетила), эфиры, которые образуются при гетероферментативном молочнокислом брожении и являются продуктами метаболизма ароматобразующих бактерий. Кислосливочное масло с выраженными вкусом и ароматом содержит на 100 г продукта: 0,1-0,5 мг диацетила, 18-30 мг летучих жирных кислот (муравьиной, уксусной, пропионовой, масляной) и до 10 мг этилового спирта.

Синтез диацетила и ацетоина ароматобразующими молочнокислыми бактериями происходит в основном из пирувата, полученного при сбраживании как глюкозы, так и цитратов. Для повышения аромата при изготовлении закваски целесообразно использовать лимонную кислоту в количестве 0,2%, а при выработке кислосливочного масла 0,1% к массе его плазмы, или 180 г на 1 т готового продукта.

На образование и накопление ароматических веществ в сливках и масле большое влияние оказывают температура пастеризации и условия среды. Оптимальной температурой пастеризации сливок является 85 °С [7]. Повышение температуры сливок, их выдержка, повторная пастеризация обусловливают увеличение редуцирующих веществ в сливках и плазме масла, отрицательно влияющих на развитие ароматобразующих бактерий и накопление ароматических веществ в масле.

Максимальное накопление диацетила происходит при рН среды 4,7-5,2 и высоком окислительно-восстановительном потенциале. При этих условиях наряду с образованием ароматических веществ в результате сбраживания глюкозы и цитратов ароматобразующими бактериями, дцетоин (не имеет запаха) может окисляться в диацетил. В соответствии с этим установлены пределы сквашивания сливок, кислотность плазмы 55-60 °Т и кислотность плазмы масла не выше 55 °Т.

Существует метод производства кислосливочного масла, предусматривающий обогащение продукта вкусовыми и ароматическими веществами посредством внесения смеси кислот (молочной, уксусной, муравьиной) и диацетила.

При производстве сладкосливочного масла развитие биохимических (ферментативных) процессов является признаком неблагополучия. В случае вторичного загрязнения сливок и масла посторонней микрофлорой и ее ферментами при благоприятных условиях могут протекать биохимические процессы, вызывающие снижение качества масла. При этом основными показателями является образование следующих продуктов метаболизма бактерий:

молочной кислоты - в результате сбраживания лактозы молочнокислыми бактериями (повышается кислотность плазмы масла);

различных азотистых соединений, на что указывает повышение аминного азота в плазме масла - в результате развития протеолитических и других бактерий, обладающих протеолитическими свойствами;

свободных жирных кислот - в результате липолиза жира, вызванного развитием бактерий и ферментов, обладающих липолитическими свойствами.

Повышение кислотности плазмы свежего масла обнаруживается органолептически, а продукты протеолиза и липолиза только аналитически.

При выработке кислосливочного масла повторное обсеменение посторонней микрофлорой сливок и готового продукта может также вызвать снижение его качества.

Таблица 7 - Сравнительные показатели анализа качества

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Масло крестьянское сладкосливочное несоленое  ГОСТ 37-91 | | Масло крестьянское сладкосливочное несоленое  ООО "Молвек" | Масло крестьянское сладкосливочное несоленое  ОАО молочный комбинат "Пензенский" | | Масло крестьянское сладкосливочное несоленое ООО "Северский молочный завод" |
| Влага,% | 25 | | 26,2 | 25,1 | | 24,6 |
| СОМО,% | 2,5 | | 3,6 | 3,8 | | 4,3 |
| Жир,% | 72,5 | | 70,2/61,2\* | 71,1 | | 71,1 |
| Белок, г/100г | 0,8 | | 0,8 | 1,3 | | 1,8 |
| Крахмал | Не должно быть | Не выявлено | | Не выявлено | Не выявлено | |

\* экстракционный метод

## 5. Компоненты, участвующие в формировании качества и стойкости масла

**Вкус и запах сливочного масла**. Они обусловлены наличием комплекса веществ (сульфгидрильные соединения типа SH-групп, лактоны, летучие жирные кислоты, карбонильные соединения и др.), присутствующих в исходном сырье и образующихся в процессе его выработки при тепловой обработке, биохимическом сквашивании сливок и внесенных с вкусовыми наполнителями.

Сульфгидрильные соединения. Соединения типа SН-групп образуются при пастеризации сливок в результате частичного восстановления серосодержащих аминокислот (цистина, метионина). Между температурой пастеризации сливок и содержанием сульфгидрильных соединений имеете" прямая зависимость. Сульфгидрильные соединения обладают восстановительными и антиокислительными свойствами.

Лактоны. Образуются при пастеризации сливок из - и у-оксикислот. С повышением температуры пастеризации сливок от 60 до 120 °С количество лактонов в сливочном масле возрастает в 1,5-3 раза. Максимальное количество лактонов образуется при сквашивании сливок до кислотности 45 °Т.

Карбоновые кислоты. Наибольшее значение имеют молочная кислота и свободные летучие жирные кислоты (муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, капроновая, каприловая, каприновая и ряд других), образующиеся в результате тепловой обработки сливок, молочнокислого брожения при сбраживании лактозы и цитратов молочнокислыми бактериями (при выработке кислосливочного масла), гидролиза молочного жира под действием микрофлоры, обладающей липолитическими свойствами, и липолитических ферментов, в частности фермента липазы, окислительных реакций молочного жира, дезаминирования аминокислот, протекаемых при выработке и хранении масла.

Для получения масла с приятными вкусом и запахом содержание этих кислот в сливках не должно превышать 30-40 мг/кг; повышение может быть причиной снижения качества продукта.

При хранении масла в результате окислительных реакций происходит накопление свободных летучих жирных кислот. Увеличение концентрации свободных летучих жирных кислот, особенно масляной, может послужить причиной появления привкусов, обесценивающих качество масла. Оптимальное содержание масляной кислоты в масле 3-5 мг/кг.

Карбонильные соединения. Наличие их в масле может оказаться причиной образования как приятного, так и неприятного запаха. Поэтому необходимо учитывать концентрацию этих веществ. Предшественниками карбонильных соединений могут быть аминокислоты, жирные кислоты и углеводы. При окислительном дезаминировании аминокислот с последующим декарбоксилированием образуются такие альдегиды, как формальдегид, ацетальдегид, пропионовый, изомасляный, изовалериановый и др.

В процессе окисления ненасыщенных жирных кислот и реакциях меланоединобразования в сливках и масле образуются алифатические и ароматические альдегиды (формальдегид, ацетальдегид, капроновый, каприловый, масляный, бензойный, фенилуксусный и др.).

При производстве кислосливочного масла в результате молочнокислого брожения образуются кетоны - ацетоин, ацетон, диацетил.

В формировании вкуса и запаха сливочного масла участвуют также сухой обезжиренный молочный остаток, лактоза, аминокислоты и др.

В сладкосливочном масле с увеличением молочной плазмы ощущается сладковатый привкус, причиной которого является повышение концентрации лактозы в плазме, т.е. в масле с массовой долей плазмы 17,6; 22 и 27,5% концентрация лактозы соответственно составляет 3,5, 4,3 и 4,7%. Если учесть, что порог чувствительности лактозы в обезжиренной плазме составляет 4,8-5, то станет ясным возможное влияние этого фактора на образование вкуса сливочного масла.

**Качество масла**. Оно изменяется при хранении в результате развития микробиологических, ферментативных и химических процессов. Хранение масла при положительной температуре интенсифицирует окислительные процессы порчи в результате разложения белка, углеводов, липидов. Образуемые при этом вещества являются причиной ухудшения вкуса и запаха масла. Повышение температуры, как и увеличение сроков хранения, ускоряет окислительные процессы порчи, вплоть до полной потери качества. При минусовой температуре хранения процессы, обусловливающие порчу масла, протекают значительно медленнее.

Основными причинами порчи молочного жира в масле являются гидролитические и окислительные процессы, вызываемые посторонней микрофлорой и ее ферментами.

Наиболее распространенными в масле являются ферменты бактериального происхождения, следствие вторичного микробиального загрязнения при его производстве. Многие липазы психротрофных бактерий выдерживают высокую температуру пастеризации, хотя сами бактерии погибают в процессе тепловой обработки сливок. Оставшиеся термостойкие липазы гидролизуют триацил-глицерины с выделением свободных жирных кислот. Образовавшиеся свободные жирные кислоты имеют специфические вкус и запах. Свободные жирные кислоты с короткой углеродной целью под действием р-окисления и декарбоксилирования превращаются в кетокислоты и метилалкилкетоны, придающие маслу неприятный прогорклый вкус.

Перекисное окисление является последующей стадией порчи молочного жира в результате воздействия молекулярного кислорода.

На первой стадии окисления перекиси не оказывают существенного влияния на вкус и запах масла. Однако по мере накопления перекисей в жире начинают происходить дальнейшие реакции с образованием вторичных продуктов окисления. В первую очередь окисляются свободные и связанные ненасыщенные жирные кислоты. Чем больше в масле ненасыщенных жирных кислот, тем интенсивнее идут процессы окисления. Активаторами цепных реакций могут быть гидроперекиси, кислород, металлы, свет, тепло и др.

Масло независимо от метода производства содержит газовую фазу воздуха. Оптимальное содержание газовой фазы в масле составляет 2-3 мл в 100 г, которое обеспечивает его высокую стойкость.

По степени активации окислительных процессов в молочном жире медь является более сильным активатором, чем железо. Активность ее примерно в 2 с лишним раза больше, чем железа. При содержании меди в сливочном масле 0,40 мг/кг уже через 3 мес. хранения при температуре - 18 °С отмечается ярко выраженный рыбный привкус, тогда как за этот же период хранения с наличием железа 1,15 мг/кг наблюдается появление привкуса животного сала. При более высоких температурах хранения катализирующее действие солей тяжелых металлов усиливается и интенсивность окислительных процессов возрастает.

При действии света в результате фотоокисления липидов в масле также происходит перекисное окисление, которое имеет практически такой же характер, как и при окислении молекулярным кислородом.

**Стойкость масла.** Это свойство масла длительное время сохранять вкусовые качества с минимальными изменениями. Повышение стойкости масла при хранении достигается соблюдением технологических режимов производства, а также введением биологически активных веществ и антиокислителей.

К биологическим способам повышения стойкости сливочного масла при хранении относится применение специальных видов дрожжей, обладающих ингибирующими действиями против плесневения. При выработке кисло-сливочного масла молочнокислые бактерии задерживают развитие посторонней микрофлоры, что положительно сказывается при хранении в условиях плюсовой температуры.

Природными (естественными) антиокислителями являются: сульфгидрильные соединения белков молока, токоферол (витамин Е), (3-каротин, аскорбиновая кислота, фосфолипиды, некоторые аминокислоты и др. Наиболее активным из них является токоферол.

При добавлении к молочному жиру |3-каротина в количестве 1,12 мг % снижается скорость образования перекисей в первой фазе процесса самоокисления жира, о чем свидетельствует увеличение продолжительности индукционного периода жира. При длительном хранении стойкость масла повышается с внесением комплекса витаминов (С-0,04%, Р-0,06, В1, В2 и К5-0,001%). Введение указанных витаминов в масло снижает величину окислительно-восстановительного потенциала, замедляет гидролитические процессы в молочном жире и образование перекисей. Кроме того, использование витаминов повышает биологическую ценность масла.

Активными ингибиторами окисления молочного жира являются отдельные аминокислоты: цистин, триптофан, лейцин, лизин в концентрации от 0,10 до 0, 20% массы жира.

Смесь ферментных препаратов глюкозооксидазы и каталазы из расчета 250 ед. на 1 кг продукта задерживает окислительные процессы в масле. Сущность их действия заключается в удалении глюкозооксидазой кислорода из среды при окислении глюкозы до глюконовой кислоты и дальнейшего разложения каталазой образовавшейся перекиси водорода. При обработке пергамента указанной смесью не развивается плесень на поверхности монолита масла при хранении в условиях высокой влажности.

Для предупреждения плесневения масла в качестве консерванта используют сорбиновую кислоту в количестве 0,01% массы продукта, подавляющую развитие плесени и дрожжей.

Синтетические антиокислители являются производными фенолов. К ним относятся эфиры галловой кислоты (пропилгаллат, додецилгаллат, лаурингаллат и др.), бутилокситолуол (БОТ, ионол), бутилоксианизол (БОА), нордигид-рогваяретовая кислота (НДГК). В качестве синергистов служат лимонная, аскорбиновая и фосфорная кислоты. Установлена синергетическая связь между действием цистеина и бутилокситолуола, лизина и бутилокситолуола, цистеина и токоферола. Оптимальной дозой бутилокситолуола или бутилоксианизола для торможения окислительных процессов в сливочном и топленом масле является 0,01%.

Введение антиокислителей в готовый продукт регламентируется законодательством. В СССР разрешено применять в жировых продуктах бутилокситолуол и бутилоксианизол в максимальной концентрации-0,02% массы продукта.

## 6. Качество сливочного масла, производимого в России, пищевые добавки, польза и вред, фальсификация

Сливочное масло один из самых многострадальных продуктов, имеющих несчетное количество побочных родственников, претендующих на его доброе имя. На сегодня производство натурального сливочного масла (ГОСТ 37-91) в России, - как правило, становится делом убыточным. Чтобы получить один килограмм натурального сливочного масла, нужно переработать 20-25 кг высококачественного молока, с соблюдением технологических процедур, оговоренных ГОСТом. В то же время существует реальная возможность удовлетворить спрос на сливочное масло за счет массового выброса на рынок разнообразных масложировых смесей. []

В последние годы в мире значительно расширился ассортимент сливочного масла с вкусовыми наполнителями бутербродного назначения. При этом для достижения выраженности вкусового букета в масле снижается массовая доля жира (до 50-60%) за счет соответствующего увеличения нежировых компонентов, включая вкусовые наполнители, регулируемые по количеству и разнообразию. Основными признаками для дифференцирования ассортимента сливочного масла и его аналогов с вкусовыми наполнителями приняты: массовая доля жира в продукте и его жирнокислотный состав; использование молочно-белковых добавок и стабилизаторов структуры.

Использование молочно-белковых добавок (МБД - сухие и сгущенный концентраты молочных и сывороточных белков) обеспечивает продукту более насыщенный вкусовой букет, стабилизирует процесс масло образования и улучшает его консистенцию и качество в целом. Однако несколько усложняет производство и удорожает себестоимость продукта. Целесообразность применения МБД нарастает по мере снижения в продукте массовой доли жира.

Использование стабилизаторов структуры преследует цель повышения устойчивости процесса масло образования, т.е. преобразования дисперсии масло - вода (сливок) в дисперсию вода - масло (масло, масляные пасты) либо стабилизации дисперсии смешенного типа (сливочные пасты). И в конечном счете - улучшении консистенции готового продукта и повышение устойчивости структуры. Стабилизаторы не должны вызывать в продукте посторонних привкусов и запахов, обеспечивая требуемый эффект стабилизации его структуры при минимальной дозировке внесения.

Проблема фальсификации сливочного масла в последние годы в нашей стране стала очень острой, знает не понаслышке практически каждый россиянин. Сообщения о продаже под видом сливочного масла различных суррогатов нередко появляются в газетах и журналах.

Основные виды и формы фальсификаций:

1. Распространённым примером грубой формы подделки является продажа маргарина в упаковках из-под сливочного масла.

2. Добавление в животное масло "энного" количества растительного жира. Вроде бы и дешевле и безвредней (меньше холестерина). Однако не все растительные заменители безвредны. Например, пальмовое или знаменитое арахисовое масло увеличивают нагрузку на печень.

3. Использование наиболее известных сортов и марок зарубежных и российских производителей. Как только появилась покупательская тенденция отдавать предпочтение качественным конкурентоспособным сортам отечественных масел "Вологодское", "Экстра", "Крестьянское" и др., немедленно появились "миксы" с теми же названиями. Такое "масло" обычно имеет беловатый цвет. Как правило, мошенники берут несколько жировых смесей очень низкого качества (в лучшем случае растительных и коровьих) перемешивают их и расфасовывают. Низкая цена ингредиентов, из которых делают подделки, очень привлекает преступников. В продажу может пойти полностью негодный продукт.

4. Добавление в животное масло жиров морских животных. Жиры морских животных содержат огромное количество вредного холестерина. Они в полной мере присутствуют в т. н. "Норвежском топлёном масле", расфасованном в банки по 2900 г.

5. Добавки ароматизаторов (Е-600 - Е-699) и консервантов (Е-200 - Е-299) Типичный пример, упомянутый выше фальсификат "Норвежское топлёное масло". Характерный вкус и запах топлёного продукта - это заслуга ароматизаторов. Большинство используемых ароматизаторов и консервантов запрещены в ряде стран и не рекомендованы для детского питания.