

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Красноярский государственный аграрный университет

# **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛА**

*Методические указания*

*Рецензент: Н.М. Бабкова, канд. с.-х. наук, доц. каф. разведения, генетики и биотехнологии с.-х. животных*

**Каменская Н.В.** Технология производства масла: Метод. указания / Н.В. Каменская, В.В. Матюшев; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2005. – 40 с.

Предназначены для студентов различных факультетов, специализирующихся на переработке продуктов животноводства.

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Красноярского государственного аграрного университета

## 1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛА

Сливочное масло – ценный пищевой продукт, в котором сконцентрирован молочный жир. Кроме жира в масло частично переходят все составные части сливок – вода, фосфатиды, белки, молочный сахар, а в кисломасляное – также молочная кислота плазмы. Масло обладает высокой калорийностью (около 7800 кал/кг), хорошей усвояемостью (97%), содержит жирорастворимые А и Е и водорастворимые В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и С витамины.

Сливочное масло должно удовлетворять определенным требованиям в отношении вкусовых свойств, структуры, консистенции и стойкости. Качество вырабатываемого масла зависит от качества сырья, от выполнения технологических требований, соблюдения высокого санитарного режима производства и условий хранения. Маслодельная отрасль молочной промышленности вырабатывает широкий ассортимент масла, различающегося по составу, вкусу, аромату и другим свойствам.

По структуре сливочное масло представляет собой непрерывную жировую среду, состоящую из соединенных или собранных вместе мелких комочков жира, небольших капель воды или плазмы и пузырьков воздуха, причем связывающей массой является свободный жидкий жир. Распределение жидкого жира зависит от механической обработки его, а количество жидкой части – от температуры и продолжительности ее воздействия.

На микрофотографиях хорошо видна микроскопическая структура сливочного масла. Это жировое поле с вкрапленными в него капельками плазмы, соединенными между собой на отдельных участках. В жировой основе можно отличить жидкую и твердую фракции жира, а также выкристаллизовавшийся жир. Иногда встречаются отдельные жировые шарики с оболочками и пузырьки воздуха.

Масло можно классифицировать следующим образом:

сливочное масло, изготовленное из свежих, пастеризованных сливок (соленое или несоленое);

вологодское сливочное несоленое масло, изготовленное из свежих сливок, пастеризованных при высоких температурах и обладающее специфическим (ореховым) привкусом и ароматом;

кисломасляное соленое и несоленое масло, изготовленное из пастеризованных сливок, сквашенных чистыми культурами молочно-кислых бактерий;

любительское (несоленое) масло, содержащее до 20% воды и до 2% сухого обезжиренного вещества;

крестьянское масло (жара 72,5%, влаги 25%), которое характеризуется повышенным содержанием пахты, богато лецитином и ненасыщенными жирными кислотами;

сливочное (несоленое) масло с наполнителями – шоколадное (содержащее 2,5% какао и 18% сахара), медовое с натуральным медом (при содержании сахара в меде 25%), кофейное (содержащее 1,0% кофе и 18% сахара), с сахаром (содержащее 8% сахара), фруктовое (содержащее свежие натуральные соки или свежие и консервированные ягоды);

консервное масло, упакованное в металлическую тару;

плавленное масло, расфасованное в металлическую тару;

масло, изготовленное из подсырных сливок;

топленое масло – вытопленный молочный жир с присущим ему вкусом и ароматом.

В настоящее время вырабатывают масло преимущественно сладкосливочное (в том числе вологодское и любительское), кислосливочное и с наполнителями. В соответствии с Государственным стандартом по химическим показателям масло должно удовлетворять следующим требованиям (табл. 1).

Таблица 1

| Вид коровьего масла                            | Массовая доля, %  |                    |                              |
|--|-------------------|--------------------|------------------------------|
|  | жира,<br>не менее | влаги,<br>не более | поваренной соли,<br>не более |
| Вологодское                                    | 82,5              | 16,0               | -                            |
| Несоленое сладкосливочное и кислосливочное     | 82,5              | 16,0               | -                            |
| Соленое сладкосливочное и кислосливочное       | 81,5              | 16,0               | 1,0                          |
| Любительское сладкосливочное и кислосливочное: |                   |                    |                              |
| несоленое                                      | 78,0              | 20,0               | -                            |
| соленое  | 77,0              | 20,0               | 1,0                          |

| Вид коровьего масла                                     | Массовая доля, % |                 |                           |
|---|------------------|-----------------|---------------------------|
|   | жира, не менее   | влаги, не более | поваренной соли, не более |
| Крестьянское сладкосливочное и кислосливочное несоленое | 72,5             | 25,0            | -                         |
| Крестьянское сладкосливочное и кислосливочное соленое   | 71,5             | 25,0            | 1,0                       |
| Топленое  | 99,0             | 0,7             | -                         |

## 2. СПОСОБЫ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛА. СЛИВКИ И ИХ ПОДГОТОВКА К СБИВАНИЮ

### Способы производства масла

Существуют следующие способы производства масла: на поточных линиях из высокожирных сливок; методом сбивания в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия.

Технологический процесс производства масла на поточных линиях осуществляется следующим образом. Сливки поступают в приемный бак, откуда самотеком направляются в трубчатый пастеризатор, где нагреваются до 83-92°C. Под напором, создаваемым пастеризатором, они подаются в промежуточный бак с поплавковым показателем уровня. В промежуточном баке выравнивается температура пастеризованных сливок, после чего они самотеком через регулирующий кран поступают в сепараторы для высокожирных сливок. Сепараторы могут работать поочередно и одновременно.

В результате сепарирования получают высокожирные сливки (83-85% жира) и обезжиренная фракция, названная условно “пахтой”, которая через приемную воронку подается центробежным насосом на дальнейшую переработку. Высокожирные сливки из сепараторов самотеком поступают в промежуточные ванны, где их нормализуют до установленной жирности и подают ротационным насосом в маслообразователь. Готовое масло из маслообразователя непрерывной струей поступает в заранее подготовленную тару.

При производстве масла на поточных линиях применяется металлическое оборудование, преимущественно из нержавеющей стали.

Весь технологический процесс до поступления высокожирных сливок в маслообразователь осуществляется при температуре пастеризации. При этом практически можно получать масло с минимальным количеством бактерий, что обуславливает его высокую стойкость.

Технологический процесс производства масла методом сбивания в маслоизготовителях периодического действия осуществляется по следующей схеме. Молоко после оценки его качества взвешивают на весах, сливают в приемный бак, откуда оно поступает в подогреватель, где нагревается до температуры сепарирования, затем поступает в сепаратор. Сливки из сепаратора направляются в пастеризатор, а обезжиренное молоко насосом передается в цех переработки обезжиренного молока и пахты или возвращается сдатчикам.

Пастеризованные сливки подаются на охладитель, откуда самотеком поступают в сливкосозревательные ванны. Созревшие сливки также самотеком поступают в маслоизготовитель, в котором осуществляется их сбивание, промывка масляного зерна и обработка масла. Пахта, полученная после сбивания сливок, насосом направляется на переработку. Масло, упакованное в ящики, поступает в маслохранилище.

В Дании и других странах применяется схема производства масла методом сбивания с использованием транспортной системы. Транспортировка масла из маслоизготовителя в автомат для расфасовки масла мелкими порциями осуществляется с помощью тележки для выгрузки масла, насоса и миксера (гомогенизатора) для масла. Использование транспортной системы позволяет быстро освободить маслоизготовитель сразу по окончании обработки масла и подготовки её для приема следующей партии сливок для сбивания. Применение этой системы позволило практически исключить из технологической схемы наиболее трудоемкую операцию выгрузки масла из маслоизготовителя, которая тем продолжительнее, чем крупнее маслоизготовитель.

Технологический процесс производства масла методом сбивания в маслоизготовителях непрерывного действия осуществляется по следующей схеме. Сливки, поступившие из приемных ванн, центробежным насосом подаются на пастеризатор. После пастеризации они поступают на охладитель, затем насосом подаются в сливкосозревательные ванны. Здесь они доохлаждаются до температуры созревания, выдерживаются при этой температуре, подогреваются до температуры сбивания и подаются в маслоизготовитель непрерывного дей-

ствия. В нем происходит сбивание сливок и получение смеси масляного зерна и пахты.

Смесь поступает в первую секцию текстуратора, где масляное зерно отделяется от пахты. Во второй секции подпрессованное зерно промывается струями охлажденной воды, перемешивается и пласт масла направляется в камеру обработки под вакуумом. Окончательно масло обрабатывается в смесительной формующей головке и поступает на расфасовку.

### **Сливки, их приемка и сортировка**

Качество масла и его структура (консистенция) зависят от качества перерабатываемых молока и сливок. Если молоко и сливки не удовлетворяют требованиям, определяющим пригодность их для выработки качественного продукта, никакие технические приемы обработки сырья (молока и сливок), направленные на улучшение их качества, не смогут обеспечить получение высококачественного масла. Требования к качеству молока, применяемого в маслоделии, аналогичны описанным ранее.

К качеству жировой фазы молока и сливок, используемых в производстве масла, предъявляют специфические требования. Известно, чем выше содержание жира в молоке, тем выше степень его использования при выработке масла. Существенное значение имеет величина жировых шариков. Крупные жировые шарики полнее используются при сбивании сливок в масло, а мелкие жировые шарики (диаметром менее 1 мкм) большей частью переходят в обезжиренное молоко и пахту.

Большое количество крупных жировых шариков в молоке наблюдается в пастбищный период в середине лактации, в стародойном молоке количество мелких жировых шариков возрастает.

На состав и свойства молочного жира и, разумеется, на качество и консистенцию масла существенно влияют корма и рационы кормления.

Наличие в составе молочного жира большого количества жирных кислот и образуемых ими триглицеридов с различными физическими свойствами (твердость, температура плавления, застывания и др.) влияет на консистенцию масла. В летний пастбищный период возрастает количество легкоплавких глицеридов, богатых низкомоле-

кулярнымк и ненасыщенными жирными кислотами, что способствует получению масла более мягкой консистенции.

В процессе образования масляного зерна большую роль играет устойчивость жировой фазы сливок, обусловленная липоиднопротеиновыми оболочками на поверхности жировых шариков. В их состав входят протеины и фосфолипиды, а также тугоплавкие глицерины, прочно связанные с фосфолипидами, каротиноидами и холестерином. Стабильность оболочечного вещества и агрегация жира (образование жировых конгломератов) или коалесценция (слияние) жировых шариков имеют большое значение при этом. При пастеризации сливок из оболочечного вещества выделяются сульфиды, придающие сливкам специфический привкус. В соответствии с инструкцией по производству сливочного масла, содержание жира в сливках установлено в пределах 32-37%, для вологодского масла методом сбивания – 25-28%. Однородные по составу сливки обеспечивают наиболее устойчивую работу оборудования цеха производства масла.

Молоко и сливки, доставляемые с сепараторных и пастеризационных отделений и молочнотоварных ферм, поступают в приемный цех маслодельного завода. Работа приемного цеха должна быть строго согласована с работой аппаратного и других цехов. Для каждого сепараторного и пастеризационного отделения хозяйства график сдачи сливок и молока на завод устанавливают с таким расчетом, чтобы обеспечить равномерную загрузку приемного цеха.

Время поступления молока и сливок для каждого отделения устанавливают с учетом длительности их перевозки. Обычно приемку начинают за 20-25 мин до начала работы аппаратного цеха, однако часовое поступление молока и сливок не должно значительно отличаться от часовой производительности аппаратов, обрабатывающих сырье. Зная часовую загрузку приемного цеха, устанавливают точное время доставки сливок или молока на завод.

На заводе поступившие сливки сортируют с целью выбраковки некондиционного сырья.

Принимать и сортировать сливки на заводе должны квалифицированные работники – мастер или помощник мастера с обязательным участием лаборанта. Сортируют сливки на основании данных органолептической оценки, кислотности, жирности, а также результатов редуказной пробы. Кроме того, учитывают состояние фляг или другой молочной посуды, в которой доставлены сливки на завод.



Правильное взятие проб сливок для лабораторного исследования имеет большое практическое значение и требует исключительного внимания. По результатам лабораторного определения жира в сливках производят учет жира (жиробаланс) по каждому сепараторному отделению, проверяют работу сепараторного отделения, правильность расчетов за молоко и сливки, а также правильность учета жира, идущего в производство, и контроль выходов готового продукта.

Неправильное взятие пробы для анализа и, как следствие, неправильное определение жира в сливках нередко служит причиной недостатка или излишков жира в производстве и на отделениях.

Запрещается смешивать сливки I-го и II-го сорта. При поступлении сливок различной жирности их сортируют по кислотности.

Сливки, не отвечающие необходимым требованиям, считающиеся некондиционными без дополнительной обработки, в производство масла не допускаются.

Особенно тщательно необходимо отсортировать сливки с резко выраженными пороками вкуса и запаха: кормовым – (лука, чеснока, полыни, силоса), гнилостным, прогорклым, металлическим, химикатов и нефтепродуктов, а также с добавлением консервирующих и нейтрализующих веществ, разбавленных водой, с окраской, несвойственной нормальным сливкам, а также с наличием хлопьев и сгустков.

При поступлении низкокачественных сливок, а также в случае несоответствия по массе и жирности составляют акт за подписью мастера, лаборанта и лица, доставившего сливки.

### **Исправление пороков сливок**

Существует несколько способов исправления пороков сливок: фильтрация, промывка, разбавление свежим обезжиренным или цельным молоком, дезодорация, нейтрализация. Фильтрацию проводят с целью очистки сливок от возможных механических примесей, для чего горячие сливки пропускают через фильтр из ткани.

Промывка позволяет снизить кислотность сливок. Для этого их разбавляют водой, свежим обезжиренным или цельным молоком, что снижает кислотность до пределов, позволяющих пастеризовать разбавленные сливки. Этот метод приемлем в тех случаях, когда кислотность некондиционных сливок на 5-6°Т выше допустимой. При более

высокой кислотности потребуются добавление большого количества воды или обезжиренного молока, которое значительно снизит жирность сливок. Необходимо также учитывать, что вода не восстанавливает белковых веществ сливок, измененных под действием молочной кислоты, и возможность их свертывания при пастеризации не исключается. Разбавление свежим обезжиренным или цельным молоком или водой, снижая кислотность плазмы сливок, создает более благоприятные условия для жизнедеятельности молочнокислых бактерий, поэтому разбавленные сливки необходимо немедленно пастеризовать.

При более глубокой порче сливок, при наличии пороков, присутствующих прокисшим сливкам, с нечистым вкусом и запахом, обусловленными веществами, находящимися в плазме (нежировой части) сливок, может быть применена промывка с последующим сепарированием. Для этого сливки смешивают с водой, предварительно прокипяченной и охлажденной до  $35^{\circ}\text{C}$ , в семикратном количестве относительно разбавляемых сливок. Смесь тщательно размешивают и сепарируют, затем вторично разбавляют свежим обезжиренным молоком при той же температуре ( $30-35^{\circ}\text{C}$ ) и вновь сепарируют. Сливки от второй промывки и сепарирования могут быть направлены на дальнейшую обработку. Каждая промывка уменьшает количество плазмы исходных некондиционных сливок и улучшает их качество.

Однако промывка не является достаточно эффективной мерой исправления пороков, так как она приводит к значительным потерям жира и сопряжена с дополнительными затратами труда.

В ряде стран для исправления пороков и улучшения качества сливок используют их дезодорацию. Термическая обработка сливок под вакуумом способствует удалению нежелательных привкусов и запахов.

Обработка сливок в вакреаторе фирмы “Черри-Баррелл” (США) происходит следующим образом. В первой камере они разбрызгиваются и смешиваясь с паром, пастеризуются при  $93^{\circ}\text{C}$ . В следующей камере поддерживается вакуум 370- 500 мм рт. ст. и происходит интенсивное испарение влаги, а вместе с ней удаляются летучие вещества, сливки дезодорируются и охлаждаются до  $75-78^{\circ}\text{C}$ . В третьей камере создается вакуум 670-720 мм рт. ст., испаряется оставшаяся излишняя влага и сливки охлаждаются до  $43-44^{\circ}\text{C}$ .

Испытание вакреатора “Черри-Баррелл” во ВНИИМСе показало, что его можно использовать для обработки сливок низкого качества.

При вакуумировании высокосортных сливок удалялись в основном ароматические вещества, определяющие вкусовые свойства, и масло имело невыраженный (пустой) вкус.

Отечественный дезодоратор ОДУ предназначен для удаления посторонних запахов в сливках и молоке. Его включают в поточную линию производства масла, и технологический процесс осуществляется в определенной последовательности. Сливки поступают на трубчатый пастеризатор, где нагреваются до 80-85°C. Затем они направляются в дезодоратор, где с помощью эжекторной установки создается разрежение.

Попадая в разреженную среду, сливки вскипают (при температуре 55-70°C), происходит активное испарение в них влаги и удаление посторонних привкусов. Из вакуумного резервуара сливки вакуум-насосом направляются на пастеризацию.

В ряде зарубежных стран (США, Австралия, Новая Зеландия и др.) для исправления пороков сливок применяется их нейтрализация. В качестве нейтрализаторов используют содовые и известковые растворы (двууглекислый и углекислый натрий). При этом кислотность сливок снижается до 20-22°Т. В России нейтрализация сливок не применяется.

### **Подготовка сливок к сбиванию Пастеризация сливок**

Сливки пастеризуют с целью уничтожения микрофлоры и разрушения липазы, вызывающих порчу масла в процессе хранения.

Высокая эффективность пастеризации достигается в пастеризационных аппаратах, обеспечивающих равномерный прогрев сливок в сравнительно тонком слое. К ним относятся пластинчатые аппараты, в меньшей мере трубчатые и с вытеснительным барабаном.

При переработке сливок хорошего качества, эффективность пастеризации достигает 99,9-99,99%. Следует, однако, иметь в виду, что чем меньше содержится микроорганизмов в сливках до пастеризации, тем выше эффективность пастеризации. При выработке сладкосливочного и кислосливочного масла сливки пастеризуют при 85-90°C. Если сливки имеют какие-либо посторонние привкусы, в том числе и кормовые, допускается повышать температуру пастеризации сливок

до 92-94 и 96°C. Это такие температуры пастеризации, при которых наряду с более эффективным уничтожением микроорганизмов, полным разрушением ферментов образуются и сульфгидрильные группы (SH), которые действуют как антиокислители, т. е. понижают окислительно-восстановительный потенциал плазмы высокожирных сливок и масла.

При выборе режима пастеризации необходимо учитывать и кислотность исходных сливок. На пастеризацию можно направлять сливки в том случае, если титруемая кислотность их не превышает следующих пределов:

жирность сливок, % – 25, 27, 29, 30, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45;  
предельно допустимая кислотность сливок, °Т – 24, 23, 22, 21, 20, 19.

При производстве вологодского масла сливки пастеризуют при температуре 97-98°C, кислотность сливок перед пастеризацией не должна превышать 16°Т.

В результате пастеризации значительно изменяются физико-химические свойства составных частей сливок, причем тем сильнее, чем выше температура пастеризации и продолжительнее воздействие высоких температур. Этим обусловлено появление в сливках специфического привкуса, часто называемого ореховым. Этот привкус является характерным для вологодского сливочного масла.

В процессе пастеризации существенно изменяется жировая фаза сливок, особенно при использовании центробежных пастеризаторов с вытеснительным барабаном или мешалкой. Наряду с укрупнением жировых шариков и даже образованием комочков жира происходит размельчение части жировых шариков. Это особенно отражается на процессе вторичного сепарирования при выработке масла из высокожирных сливок за счет отхода мелких жировых шариков в пахту, что снижает степень использования жира.

### **Охлаждение и физическое созревание сливок**

При пастеризации весь молочный жир сливок переходит в жидкое состояние. Чтобы получить из такого жира масло, нужно часть его перевести в твердое состояние. Для этого сливки направляют на охлаждение и созревание.

Для созревания сливок применяют сливокосозревательные ванны с трубчатой мешалкой, по трубам которой циркулирует охлаждающая жидкость (вода или рассол), или резервуары с изоляцией различной емкости.

При охлаждении молочного жира различные глицериды отвердевают последовательно (вначале выкристаллизовываются тугоплавкие, а затем и легкоплавкие) в зависимости от их точки плавления и застывания. Температура застывания молочного жира находится в пределах 18-22°C, но и при медленном осаждении один и тот же молочный жир имеет несколько точек отвердевания, из них наиболее выражены: первая – при 20-23°C, вторая – при 11-14, третья – при 4-6 и четвертая – 3-5°C. На степень отвердевания жира существенно влияют легкоплавкие глицериды, в частности, преобладающие в жире глицериды олеиновой кислоты.

Форма и размер кристаллов жира зависят от интенсивности охлаждения сливок, а характер кристаллизации жира существенно влияет на консистенцию масла. При быстром охлаждении сливок до низких температур термостабильность кристаллического жира усиливается, а при медленном – снижается. При механическом воздействии на охлажденные сливки превращение глицеридов в устойчивую форму ускоряется.

Температура, продолжительность созревания и механическое воздействие на охлажденные сливки являются решающими факторами для отвердевания жира.

Температура созревания влияет на процесс перехода глицеридов жира в кристаллическое состояние – чем она ниже, тем интенсивнее процесс кристаллизации. Продолжительность созревания оказывает непосредственное влияние на переход глицеридов в твердое состояние – чем продолжительнее созревание, тем больше выкристаллизовывается глицеридов, находящихся в переохлажденном и неустойчивом состоянии.

При определенной температуре созревания жировые шарики отвердевают не полностью, даже при длительной выдержке и каждой температуре созревания соответствует определенная максимально возможная степень отвердевания жира, зависящая от его состава, после чего наступает равновесие между жидким и отвердевшим жиром. При достижении равновесия дальнейшее созревание сливок нецелесообразно. На состояние равновесия влияют сезонные изменения в жирнокислотном и глицеридном составе молочного жира. Так, в результате скормливания коровам в зимний период большого количества грубых и концентрированных кормов с небольшим содержанием жира возрастает количество тугоплавких глицеридов, достигается более высокая степень отвердевания жира при данной температуре и

равновесие наступает быстро, особенно при низких температурах созревания сливок.

Быстрое охлаждение сливок до низких температур также ускоряет наступление равновесия и сокращает продолжительность физического созревания сливок. По результатам исследования влияния различных факторов на отвердевание молочного жира при созревании сливок с целью наиболее совершенной организации производственного процесса выработки масла можно рекомендовать следующие режимы созревания сливок (табл. 2)

Таблица 2

## Температурные режимы созревания сливок

| Температура охлаждения сливок, °С | Продолжительность созревания, ч |            |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------|
|                                   | летом                           | зимой      |
| 1-3                               | Не менее 2                      | Не менее 1 |
| 1-6                               | Не менее 4                      | Не менее 2 |

Летом при повышенном содержании легкоплавкого жидкого молочного жира, когда иодное число превышает 39, необходимо применять низкотемпературное физическое созревание сливок для получения достаточно плотной нежной консистенции и минимального отхода жира в пахту. Кроме того, низкотемпературная подготовка задерживает развитие вторичной микрофлоры в сливках до их сбивания. С этой целью, согласно инструкции, сливки после пастеризации рекомендуется охлаждать до температуры не выше 4-5°С. При этом продолжительность созревания и температуру регулируют так, чтобы температура сливок в конце их выдержки соответствовала температуре сбивания или приближалась к ней.

Зимой, когда молочный жир содержит значительно больше тугоплавких глицеридов и йодное число понижается до 36, для получения масла с более мягкой консистенцией пастеризованные сливки быстро охлаждают до 5-7°С и выдерживают при этой температуре 2-3 ч. Во время выдержки сливки перемешивают 2-3 раза по 10-15 мин. После выдержки сливки подогревают до 16°С (в отдельных случаях 19°С) теплой водой. При этом сливки перемешивают и по достижении необходимой температуры оставляют для созревания на 14-16 ч. Перед сбиванием температуру сливок устанавливают в пределах 11-14°С.

Из изложенного выше видно, что созревание сливок – одна из самых длительных операций в технологическом процессе производства масла методом сбивания. Результаты проведенных исследований показали, что длительное созревание сливок в сливокосозревательных ваннах можно заменить кратковременной их обработкой в специальном аппарате – сливокоподготовителе (Сирик В.).

Применение сливокоподготовителя позволило механизировать и сделать технологический процесс выработки масла непрерывным до стадии сбивания. Заводские испытания и длительная эксплуатация сливокоподготовителя на маслодельных заводах показали, что при обработке на аппарате сливок, охлажденных до 2-5°C, получаются вполне удовлетворительные результаты по степени готовности их к сбиванию. Степень отвердевания жира в сливках, обработанных на аппарате, на 23% выше, чем в сливках, созревавших 22 ч при температуре 3-8°C. Продолжительность сбивания сливок, обработанных в сливокоподготовителе, 25-28 мин, или на 35-50% короче, чем при сбивании обычно созревших сливок. Содержание жира в пахте составляет 0,4%.

Важным преимуществом подготовки сливок на сливокоподготовителе является их бактериальная чистота, так как при этом устраняются такие источники вторичного обсеменения сливок, как насосы и сливокосозревательные ванны. Применение в технологической схеме сливокоподготовителя с последующим сбиванием сливок в металлическом маслоизготовителе позволяет вырабатывать сладкосливочное масло с минимальным (в пределах сотен) содержанием бактерий в 1 мл.

### **Производство масла методом сбивания**

Технологическая схема получения сливочного масла методом сбивания приведена ниже.

Приемка сливок – сортировка сливок – пастеризация сливок (85-90°C) – охлаждение и созревание сливок (4-6°C) – (сквашивание) – промывка – (посолка) – обработка – расфасовка и упаковка – хранение.

## Теоретические основы процесса маслообразования

Получение масла из сливок – сложный физико-химический процесс. Цель сбивания сливок в маслоизготовителе – соединить разрозненные жировые шарики и выделить их в виде масляного зерна.

В получении масляного зерна основную роль играет вспенивание сливок. В молоке и сливках жир находится в виде очень стойкой эмульсии. В результате концентрирования жира в сепараторе она не разрушается, т.е. не происходит объединения жировых шариков в сплошную массу. Сепарированием можно повысить концентрацию жира до 82-84%, т.е. до содержания жира в масле, однако высокожирные сливки по свойствам отличаются от масла. Стойкость эмульсии сливок и молока обусловлена защитной пленкой-оболочкой, окружающей каждый жировой шарик.

В настоящее время существующие теории маслообразования можно разделить на три основные группы: гидродинамические (Кук Т., Асейкин Р., Грищенко А.; Сурков В.; Гордиенко А.), физико-химические (Белюсов А.: Ран: Кинг) и коллоидно-химические (Зайковский Я., Казанский М., Пискарев В., Глаголев Ю.). Все они стремятся объяснить причины и способы превращения разрозненных жировых шариков и конгломератов в масляное зерно.

Г. Кук, Р. Асейжик и А. Грищенко главным фактором в образовании масла считают вихревые движения сливок при сбивании. На оси “вихревых шнуров” возникает разряжение и концентрируются жировые шарики. В результате сильного механического сжатия шарики теряют белково-липидные оболочки и формируются исходные зерна масла.

По кавитационной теории В. Суркова, при значительной скорости движения тел в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия возникает отрицательное давление, жидкость разрывается, образуя полости. В полости под большим давлением врываются газовая фаза и поток жидкости со скоростью до 500 м/с. Движущаяся жидкость сжимает газ, температура среды повышается, оболочки жировых шариков разрушаются, а шарики объединяются в масляные зерна.

По А. Белюсову, в маслоизготовителях периодического действия сливки насыщаются сильнодиспергированными воздушными пузырьками (1 л сбиваемых сливок – 5-6 млрд пузырьков) диаметром от 30 до 200 мкм. Поверхность раздела пузырьков равна примерно 80 м<sup>2</sup>



на 1 л сливок.

При сбивании сливок жировые шарики, расположенные на расстоянии 1-2 мкм один от другого, сталкиваются с воздушными пузырьками. Поверхностно-активные лецитано-белковые оболочки частично отрываются от жировых шариков, переходя на поверхность воздушного пузырька. Лишаясь части защитного слоя, жировые шарики притягиваются (флотируются) поверхностью воздушного пузырька. Жидкая фракция жира на поверхности воздушного пузырька обеспечивает слияние жировых шариков с образованием мелких конгломератов. Когда воздушный пузырек лопнет, исходные конгломераты флотируются другими пузырьками воздуха и снова объединяются в более крупные конгломераты. В конце концов, образуется масляное зерно.

По Кингу, при перемешивании молока или сливок значительно увеличивается поверхность раздела воздух – плазма. Когда в контакт с этой поверхностью приходит жировой шарик, то часть оболочки распространится по ней вместе с частью жидкого жира. Слой жидкого жира останется соединенным с жировым шариком, который сохранит также часть оболочки. Жидкий жир способствует объединению жировых шариков в комки.

Другая часть растекшегося жира образует на поверхности воздушного пузырька слой толщиной в несколько молекул, усеянный островками микроскопически видимого жира (жировыми пятнами). Такой слой жира на пузырьке действует как пеногаситель, вызывая разрушение пены. Слой жира на поверхности пузырька при этом диспергируется в плазме, образуя частицы коллоидального размера (частицы менее 0,2 мкм), тогда как жировые шарики, скопившиеся у поверхности пузырька, с силой ударяются о комки. При повторном образовании и разрушении пузырьков воздуха комки объединяются в зерна масла, которые могут содержать более 80% жира в форме шариков.

При сбивании сливок часть оболочечного вещества переходит в пахту, другая – остается в масляном зерне. При обработке зерна и образовании пласта оболочечное вещество включается в масло. Часть оболочечного вещества в масле окружает жировые шарики (около 20-30% жира содержится в глобулярной форме), а часть распределена в жидком жире. При плавлении масла или после растворения молочного жира в растворителях в водном остатке обнаруживается оболочечный материал в виде сморщенных мешочков.

По теории Я. Зайковского, основная роль в образовании масла принадлежит адсорбционным оболочечным слоям жировых шариков. Оболочка способствует образованию кучек из жировых шариков при накоплении их в пене, стенки которой обладают такими же свойствами, как и оболочки. В кучках жировые шарики еще сохраняют индивидуальность, еще не сливаются в сплошную массу жира. Затем под влиянием механических ударов студнеобразная оболочка частично разрушается, жир вступает в непосредственное соприкосновение и образуются комочки (зерна) масла. В масле обе фазы (жировая и водная) непрерывны.

По М. Казанскому, в стадии созревания сливок часть жира переходит в твердое состояние, и снижается электростатическая оболочка жировых шариков. Связь между жиром и белково-липоидной оболочкой ослабляется, оболочка становится тоньше, уменьшается ее прочность, она частично разрушается. Жировые шарики, на которых сохранилась оболочка, в образовании масла не участвуют и переходят в пахту. В конгломераты могут сливаться только те жировые шарики, в которых сохранилась часть жира в жидком некристаллизованном виде. Следовательно, масляное зерно образуется в результате цементирования жировых агрегатов жидким неотвердевшим жиром.

Авторы всех теорий считают, что для перевода массы жировых шариков из состояния эмульсии в сливочное масло необходимо разрушить белково-липоидную оболочку. Наиболее ответственным моментом образования масла большинство авторов считает период работы маслоизготовителя, только некоторые придают большое значение продолжительности созревания сливок. О способах образования масляного зерна и значении факторов в их образовании исследователи высказывали различные мнения.

### **Факторы, влияющие на сбивание сливок**

Сбивание сливок в масло является чрезвычайно сложным процессом и зависит от многочисленных факторов, из которых следует выделить следующие: степень наполнения и скорость вращения маслоизготовителя, жирность сливок, начальная температура и продолжительность сбивания, качество масляного зерна. Важнейшим фактором является также подготовка сливок к сбиванию (температура охлаждения и режим созревания сливок), их сквашивание и кислотность.

Степень наполнения маслоизготовителя сливками. При переполнении маслоизготовителя продолжительность сбивания увеличивается, так как уменьшается высота падения сливок и механическая сила удара. При наполнении маслоизготовителя сливками свыше 50% емкости процесс сбивания сильно затягивается. Недостаточное наполнение, наоборот, приводит к ускоренному образованию зерна, что способствует повышенному отходу жира в пахту и ухудшению консистенции масла.

Для достижения нормального процесса сбивания необходимо придерживаться определенной степени наполнения маслоизготовителя, которая при переработке сливок жирностью до 37% не должна превышать 40% емкости, а более жирных – 35%. Минимальное наполнение маслоизготовителя – не менее 25% его емкости.

Скорость вращения маслоизготовителя. Она должна обеспечивать максимальное механическое воздействие на сливки в процессе их сбивания. Оптимальная скорость вращения маслоизготовителя должна, осуществлять наиболее быстрое сбивание сливок. В этом случае скорость вращения обеспечивает подъем сливок на максимальную высоту, что способствует более сильному удару при последующем их падении.

Скорость вращения маслоизготовителя определяют по уравнению

$$n_{кр} = \frac{30}{\sqrt{r}} ; n_{раб} = \frac{24}{\sqrt{r}}$$

Где  $n_{кр}$ ,  $n_{раб}$  – скорость вращения маслоизготовителя, критическая и рабочая, об/мин;

$r$  – радиус бочки маслоизготовителя, м.

В металлических маслоизготовителях новых конструкций скорость вращения на этапе сбивания сливок может изменяться в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации аппарата и учетом опыта предыдущих сбиваний.

Жирность сливок. Инструкцией по производству масла в маслоизготовителях периодического действия установлена следующая жирность сливок: для производства сладкосливочного и кислосливочного масла – 32-37%, вологодского – 25-28 %. При повышенной концентрации жира в сливках продолжительность сбивания резко сокращается, а вместе с этим повышается производительность оборудования. Так, с увеличением жирности сливок с 25 до 35% затраты времени на процесс сбивания в пересчете на единицу продукта умень-

шаются в 1,4 раза, а с увеличением жирности сливок с 25 до 45% – в 1,8 раза. При одинаковом режиме сбивания продолжительность маслообразования обратно пропорциональна концентрации жира в сливках. Жирность сливок до 40-45% существенно не влияет на качество масла.

При сбивании сливок повышенной жирности необходимо понижать температуру сбивания с таким расчетом, чтобы продолжительность сбивания была в пределах установленной нормы. Это обеспечит нормальный отход жира в пахту, получение более крупного, но достаточно упругого зерна, что облегчит регулирование состава масла при его обработке.

На производство масла следует направлять сливки одинаковой жирности, так как иначе потребуются различные условия подготовки их к сбиванию. При поступлении сливок различной жирности необходимо их нормализовать и установить такие условия сбивания, которые обеспечивали бы получение масла нормальной консистенции.

Начальная температура сбивания. Температуру сбивания устанавливают в зависимости от условий подготовки сливок (режимы охлаждения, созревания и сквашивания), физико-химических свойств жира, кислотности и жирности сливок, конструкции маслоизготовителя и степени его наполнения. Температура сливок существенно влияет на их подвижность и механическое воздействие на них в процессе сбивания. Она обуславливает степень отвердевания жира и количество жидкой его фракции, состояние ценообразования и агрегацию жировых шариков при сбивании.

Понижением или повышением температуры сливок можно замедлить или ускорить процесс сбивания. При пониженной температуре сбивания образуется небольшое количество жидкого жира, что затрудняет объединение жировых шариков в комочки, следовательно, замедляется образование масляного зерна. При повышенной температуре сбивания, способствующей более быстрому разрушению пены, конгломераты жира образуются интенсивнее, процесс сбивания ускоряется, вследствие чего значительная часть жировых шариков не успевает объединиться в комочки и переходит в пахту. Чем выше температура сбивания, тем больше жира переходит в пахту (даже при сбивании достаточно созревших сливок).

Установление оптимальной температуры сбивания обеспечивает нормальную продолжительность сбивания, получение масляного зерна достаточной плотности и упругости, минимальный отход жира в пахту.

Выбор температуры зависит также от состава и физико-химических свойств молочного жира, которые обуславливаются условиями кормления и временем года. В осенне-зимний период и ранней весной при повышенном содержании тугоплавких глицеринов в жире устанавливают более высокую температуру сбивания, а в весенне-летний пастбищный период – более низкую за счет высокого содержания в жире легкоплавких глицеринов. Ориентировочно рекомендуется сбивать сливки 32-37%-ой жирности летом при 8-10°C, зимой при 10-14°C. Минимальная температура, ниже которой сливки практически не сбиваются, летом – 5-7°C и зимой – 7-8°C.

В процессе сбивания температура сливок повышается главным образом в результате превращения механической энергии в тепловую и теплообмена между сливками и металлической поверхностью маслоизготовителя. Повышение температуры будет тем больше, чем длительнее процесс сбивания и больше разница между температурами сливок и воздуха в цехе.

Нормальный прирост температуры к концу сбивания составляет 1,5-2°C. При сбивании сливок в металлическом маслоизготовителе излишнее повышение температуры можно предупредить путем орошения его поверхности холодной водой.

Температура в конце сбивания оказывает существенное влияние на характер маслообразования и окончательное формирование масляного зерна. От конечной стадии сбивания зависят качество масляного зерна, дальнейший ход обработки и получение нормальной консистенции масла.

Продолжительность сбивания сливок. При оптимальных условиях подготовки сливок и правильном установлении температуры сбивания продолжительность сбивания обычно составляет 50-60 мин для безвальцовых и 35-45 мин для вальцовых маслоизготовителей. Сокращение продолжительности сбивания приводит к ухудшению качества зерна и значительному отходу жира с пахтой. При удлинении срока сбивания вследствие длительного механического воздействия зерно получается слишком тугое, упругое, оно трудно обрабатывается, а полученное масло может иметь грубую засаленную консистенцию.

Качество и размер масляного зерна. В конечной стадии сбивания происходит процесс формирования масляного зерна и процесс сбивания заканчивают при получении зерна размером – 5 мм, при жирности сбиваемых сливок в пределах 32-3, %. При сбивании сливок по-

ниженной жирности размер зерна доводят до 2-3 мм. Величина зерна оказывает влияние на степень использования жира при сбивании. При постановке мелкого недобитого зерна часть жировых шариков не успевает объединяться в комочки жира и уходит в пахту, чаще это происходит при сбивании сливок повышенной жирности, поэтому при их переработке ставят более крупное зерно.

Размер и качество зерна существенно влияют на дальнейший ход обработки масла. Чем мельче зерно, тем больше суммарная поверхность и, следовательно, оно больше удерживает влаги. Из крупного перебитого зерна при последующей обработке пахта трудно удаляется, поскольку она заключена внутри масляного зерна. Перебитое зерно обычно обуславливает мягкую консистенцию масла. Эти особенности качества зерна необходимо учитывать при окончательной обработке масла.

При переработке сливок в масло преследуются две основные цели – получить готовый продукт высокого качества и весьма стойкий при длительном хранении и, кроме того, максимально использовать молочный жир сливок, сведя к минимуму потери жира с пахтой.

Степень использования жира при нормальном процессе маслообразования зависит от размеров жировых шариков: размер жировых шариков, мкм . . . 0-1 1-2 2-3 3-4 свыше – степень использования жира. Следовательно, все технологические операции получения сливок и их подготовки к сбиванию должны осуществляться с учетом минимального воздействия на жировую фазу сливок, сводя к минимуму размельчение жировых шариков.

На степень использования жира при сбивании влияет и белковая фаза. Так, чем выше содержание казеина в сквашенных сливках, тем ниже жирность пахты. С повышением жирности сливок несколько повышается и жирность пахты при их сбивании, но так как при этом количество пахты уменьшается, то степень использования жира практически не снижается.

Степень использования жира при правильном режиме получения масла должна составлять 99,2-99,6.

### **Получение масла в маслоизготовителях периодического действия**

*Сбивание сливок.* Сливки из сливокосозревательных ванн направляют в маслоизготовитель, в котором осуществляют процесс сби-

вания до получения мелких зерен и последующая обработка масла. Для сбивания сливок в масло, как правило, применяют металлические безвальцовые маслоизготовители периодического действия общей емкостью 1000, 2000 и 3000 л.

Маслоизготовитель из нержавеющей стали имеет форму удлиненного цилиндра, внутри которого расположены отражательные планки. Маслоизготовитель имеет люк, через который осуществляется заполнение сливками и выемка масла. Фирма “Колдинг” (Дания) выпускает двухконусные цельнометаллические маслоизготовители общей емкостью до 10000 л. Они наполняются сливками под давлением или с помощью вакуума. Готовый продукт выпускается через люк в передвижную каретку или ротационным насосом. Масло может быть подано на расфасовочный автомат.

Перед сбиванием сливок маслоизготовитель должен быть соответствующим образом подготовлен: пропарен горячей водой и промыт холодной водой, которая по качеству должна соответствовать питьевой воде. Холодную воду удаляют непосредственно перед заполнением маслоизготовителя сливками. Температура холодной воды перед ее спуском должна быть на 1-2°С ниже температуры сбивания. Маслоизготовитель заполняют подготовленными к сбиванию сливками, при этом их обязательно процеживают. После заполнения устанавливают количество сливок в маслоизготовителе, отбирают среднюю пробу для определения процентного содержания жира и расчета выхода масла.

Затем проверяют начальную температуру сливок, закрывают люки и пускают маслоизготовитель на полный рабочий ход. В течение первых 3-5 мин сбивания маслоизготовитель 1-2 раза останавливают для выпуска воздуха и газов, выделяющихся из сливок. Процесс сбивания сливок продолжается до получения масляного зерна (комочков масла), форма и размер которых зависят от условий сбивания. По окончании сбивания выпускают пахту и сразу же проводят последующие технологические операции – промывку, посолку и обработку масла.

*Промывка масла.* Цель промывки – удалить с поверхности масляного зерна пахту, заменив ее промывной водой, лишенной питательных веществ и тем самым создать условия, неблагоприятные для развития микрофлоры. Кроме того, в случае получения зерна слабой, мягкой консистенции промывкой масляного зерна можно несколько улучшить ее.

При получении сливочного масла способом сбивания из сливок I-го сорта и при соблюдении надлежащих условий технологического процесса и санитарного режима производства, обеспечивающих выработку высококачественного продукта, промывку масляного зерна можно не производить. Свежее непромытое сливочное масло имеет более выраженные вкус и аромат и повышенное содержание сомо (примерно в 1,5 раза больше, чем в промытом масле), плазма масла обладает антиокислительными свойствами.

При самой тщательной промывке можно удалить лишь 15-25% плазмы, остальная же плазма остается в виде мельчайших капелек в масляном зерне. Тем не менее стойкость промытого масла повышается. Это обусловлено тем, что в результате промывки масла водой полностью удаляются крупные капли поверхностной пахты, которая является основной питательной средой для микроорганизмов. Мелкие же капли, включенные в масло, малодоступны для микроорганизмов, поскольку протоки, соединяющие эти водяные капли, имеют незначительные размеры.

Температуру промывной воды выбирают в зависимости от консистенции масляного зерна. Если консистенция масляного зерна удовлетворительная, то температуру промывной воды устанавливают равной температуре сбивания сливок или на 2°С ниже температуры пахты. При получении слабого, мягкого зерна и высокой температуре в конце сбивания температуру промывной воды устанавливают на 2-3°С ниже температуры сбивания, увеличивая при этом продолжительность промывки масла до 10-15 мин. Если же консистенция масла слишком грубая, крошливая, то температура промывной воды должна быть равна температуре пахты или на 1-2°С выше.

При высокой температуре промывной воды зерно прогревается неравномерно, вследствие чего повышается его влагоемкость. Этот фактор необходимо учитывать при обработке и регулировании влаги в масле. При низкой температуре промывной воды, наоборот, наблюдается чрезмерное удаление влаги из масляного зерна. Это приводит к удлинению процесса обработки, в результате чего ухудшается консистенция масла.

Промывную воду заранее готовят в сливкосозревательной ванне. Количество воды для промывки берут в размере 50-60% от массы сливок. После заливки воды в маслоизготовитель делают 0-6 оборотов при закрытом люке и затем спускают промывную воду. При пониженном качестве исходного сырья делают двойную промывку.



Вода, которую используют для промывки зерна, должна удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к питьевой воде. В ней не должно быть аммиака, солей азотистой кислоты и сероводорода. Общее количество органических веществ не должно превышать 2,5 мг на 1 л воды. Одним из показателей пригодности воды в маслоделии является ее окисляемость, которая выражается количеством миллиграммов кислорода, необходимого для окисления органических веществ, содержащихся в 1 л воды. Вода с окисляемостью свыше 8 (8 мг кислорода) вообще не пригодна для промывки масла.

Нежелательно использование воды с повышенным содержанием солей железа. Железистые соли, переходя из воды в масло, способствуют ухудшению его качества. Железо, действуя как катализатор, ускоряет химические реакции, ведет к появлению в масле таких пороков, как металлический и рыбный привкусы (содержание железа в количестве выше 1 мг в 1 л воды следует считать уже высоким).

Промывная вода должна быть прозрачной, не иметь осадка, запаха и привкуса. Бактериально обсемененную и жесткую воду пастеризуют или кипятят, после чего ее фильтруют для удаления осадка кальциевых солей.

*Посолка масла.* При производстве соленого масла поваренную соль вносят перед обработкой или в момент обработки масляного зерна. Цель посолки – повысить стойкость масла при хранении, а также придать ему специфический соленый вкус. Консервирующее действие соли основано на способности ее повышать осмотическое давление, в результате чего развитие бактериальных клеток затрудняется.

Различные микроорганизмы прекращают свое развитие в зависимости от концентрации рассола в масле. Так, при концентрации рассола 5-10% прекращают развитие гнилостные бактерии, при 10-15%-ной концентрации рассола – жирорасщепляющие бактерии, а молочнокислые бактерии и молочная плесень прекращают развитие лишь при 15-20%-й концентрации соли в масле.

ГОСТом допускается содержание в масле не более 1,5% соли. Инструкцией по производству сливочного масла рекомендуется обеспечить содержание соли в масле около 0,8-1%. Для посолки употребляют высокосортную мелкокристаллическую поваренную соль, соответствующую ГОСТу, сорта “Экстра”.

Консервирующее действие соли проявляется при концентрации ее 10-15% в плазме масла, что соответствует 2% соли в масле. Между

тем, учитывая вкусовые качества продукта, применяют более умеренную посолку (0,8-1% соли), которая также оказывает существенное влияние на стойкость масла при его хранении. При положительной температуре соленое масло сохраняется лучше несоленого, так как при этих условиях хранения соль значительно ограничивает развитие микрофлоры. В несоленом масле, наоборот, при положительных температурах возникают пороки вкуса бактериального происхождения.

При низких отрицательных температурах несоленое масло более стойкое при хранении, в то время как качество соленого масла может снижаться. Плазма масла при этом не замерзает, в ней протекают ферментативные и химические процессы, а также может развиваться микрофлора, малочувствительная к соли и низким температурам. Вследствие этого в соленом масле могут развиваться пороки химического происхождения (олеистый, рыбный привкус и др.), которые резко снижают вкусовые качества продукта. Следовательно, соль – как консервант в одних случаях способствует сохранности масла, ограничивая в нем развитие микрофлоры при положительных температурах хранения, а при отрицательных температурах может снижать качество масла в результате протекания в нем химических процессов, вызывающих порчу масла.

Посолку масла в маслоизготовителях периодического действия производят сухой солью или рассолом.

Посолку масла сухой солью осуществляют двумя способами: в зерне и пласте. Количество соли, необходимое для посолки, зависит главным образом от влагоемкости зерна, степени увлажненности внутренней поверхности маслоизготовителя, температуры масла в момент посолки и режима последующей его обработки.

При посолки масла в зерне количество влаги, остающееся в маслоизготовителе после спуска промывных вод, учитывают следующим образом. После окончательного отека промывной воды или пахты из маслоизготовителя определяют количество влаги в зерне. Чтобы определить необходимое количество соли, предварительно подсчитывают массу зерна масла, предназначенного для посолки, исходя из количества сливок и их жирности:

$$B_3 = \frac{K_{сл} \cdot Ж_{сл} \cdot 0,99}{(100 - Z_6)}$$

где  $B_3$  – масса зерна масла, кг;

$K_{сл}$  – количество исходных сливок, кг;  
 $Ж_{сл}$  – содержание жира в сливках, %;  
 $З_B$  – влажность зерна, %.

Необходимое количество соли для посолки масла определяют по установленной влагоемкости зерна и желаемого содержания влаги в масле:

$$K_c = \frac{З_в C B_з}{100 B_м}$$

где  $K_c$  – количество соли, кг;  
 $C$  – желаемое содержание соли в масле, %;  
 $B_м$  – желаемое содержание воды в масле, %.

Рассчитанное количество соли при посолке в зерне вносят за один прием, распределяя ее по всей поверхности масляного зерна в маслоизготовителе при закрытых спускных кранах.

Посолку масла в пласте производят следующим образом. Удалив промывную воду, масляное зерно обрабатывают в маслоизготовителе на тихом ходу до получения пласта. Затем маслоизготовитель останавливают, спускают воду и определяют содержание влаги в масле. По влажности масла рассчитывают количество воды, которое следует добавить в маслоизготовитель. На основании теоретического выхода масла и желаемого процентного содержания соли в нем устанавливают необходимое количество соли по формуле

$$K_c = \frac{M_м C}{100} \cdot 1,03,$$

где  $K_c$  – количество соли, необходимое для посолки, кг;  
 $M_м$  – теоретический выход масла, кг;  
1,03 – поправочный коэффициент на потери соли.

Определенным количеством соли посыпают поверхность пласта масла в два приема. Одновременно в маслоизготовитель вливают недостающее количество воды. При закрытом люке и кранах производят окончательную обработку масла.

Посолка сухой солью масла в пласте имеет ряд преимуществ по сравнению с посолкой масла в зерне. При этом более точно можно установить содержание воды в пласте масла, чем в зерне; отпадает необходимость учитывать остаточную промывную воду в маслоизготовителе, в результате чего упрощаются расчеты влагоемкости масла;

при посолке в пласте соль используется значительно лучше, чем при посолке в зерне.

Посолка масла рассолом имеет следующие достоинства. Раствор соли не является сильным поглотителем влаги, вследствие чего водная фаза масла не концентрируется в крупные капли, как это бывает при посолке сухой солью. Кроме этого, раствор соли можно прокипятить, профильтровать, и главное, в масле он распределяется более равномерно, чем сухая соль. Вместе с тем при посолке масла рассолом можно наблюдать недосол, поскольку снижается степень использования соли.

После определения теоретического выхода масла (массы зерна) формуле отвешивают 8% соли к его массе и готовят насыщенный раствор.

При посолке масла рассолом после спуска пахты зерно промывают водой, чтобы обеспечить достаточную упругость его, и затем спускают промывную воду. После обсушки зерна в маслоизготовитель вливают половину приготовленного рассола, температура которого приближается к температуре масла, и маслоизготовитель без включения вальцов пускают на тихий ход на 4-5 оборотов. После этого рассол спускают, и заливают вторую порцию его, при закрытом люке и кранах маслоизготовитель снова включают на 5-6 оборотов (включая вальцы). Затем отбирают пробу масла для определения содержания воды и соли в нем. При удовлетворительном анализе приступают к окончательной обработке, масла, выпустив из маслоизготовителя весь рассол.

*Обработка масла.* Обработка масла является одной из важнейших операций технологического процесса выработки масла. Цель ее – превратить разрозненные зерна в сплошной пласт, довести содержание плазмы (влаги) до нормы в соответствии с требованиями стандарта, равномерно распределить и диспергировать ее, обеспечить получение требуемой структуры и консистенции масла.

Обработка масла в деревянных маслоизготовителях с вальцами осуществляется путем пропускания (прокатки) масла между рифлеными валиками, что обеспечивает образование плотного пласта, выпрессовывание поверхностной влаги и ее дробление на мелкие капли. В безвальцовых маслоизготовителях масло во время обработки подвергается многократным ударам при падении со стенок или лопастей. Во всех маслоизготовителях независимо от их конструкции процесс обработки масла условно можно разделить на три стадии:

первая стадия – постепенное соединение масляных зерен в однородный пласт, удаление поверхностной влаги и более равномерное распределение ее по всему пласти масла: на этой стадии обработки происходит наибольшее выпрессовывание влаги в масле по сравнению с влагоемкостью зерна: момент обработки, соответствующий минимальному содержанию влаги в масле, считают критическим;

вторая стадия – одновременное выпрессовывание и поглощение влаги, при этом последний процесс постепенно начинает преобладать и выработка влаги превышает ее выпрессовывание; одновременно происходит также и дробление крупных капелек влаги на мелкие, которые легче удерживаются в масле;

третья стадия характеризуется интенсивным нарастанием влаги в масле за счет влаги на стенках маслоизготовителя, при этом наблюдается почти полное прекращение выпрессовывания влаги; на этой стадии обработки обычно вся влага впитывается в масло происходит интенсивное диспергирование капелек и равномерное распределение их в монолите масла.

Степень диспергирования водной фазы масла зависит от длительности обработки (Казанский М., Макарьин А.). С увеличением продолжительности обработки (числа отжатий) количество крупных капелек влаги в масле снижается и возрастает количество сильнодиспергированной влаги .

В 1 г хорошо обработанного масла содержится до 20 млрд капелек, из них свыше 90% составляют капли диаметром до 15 мкм и только 1% – капли диаметром свыше 100 мкм. Применение правильной обработки масла позволяет точно получить желаемое содержание влаги и тем самым регулировать состав масла. При этом следует учитывать, что на влагоемкость масла влияют следующие факторы: химический состав жира; условия подготовки сливок к сбиванию; температурный режим сбивания и обработки масла; размер и качество зерна; процесс обработки масла (скорость вращения маслоизготовителя, температура к продолжительность обработки) и пр.

С увеличением в жире легкоплавких глицеринов влагоемкость масла возрастает в зимний период, когда количество тугоплавких глицеридов возрастает, масляное зерно образуется более твердым, упругим, оно слабо удерживает влагу, и требуется усиленная обработка масла для получения нормального содержания хорошо диспергированной влаги недостаточное созревание сливок повышенной жирности, а также недостаточное наполнение малоизготовителя вы-

зывают ускоренное образование зерна с повышенной влажностью. Содержание влаги в масле в критический момент возрастает.

Температура сбивания, промывки, посолки и обработки масла существенно влияют на процесс обработки. Чем выше температура на этих стадиях технологического процесса, тем меньше твердость, упругость масляного зерна и выше влагоемкость масла. Величина зерна также влияет на влагоемкость масла. Крупное рыхлое зерно имеет мягкую консистенцию и хорошо удерживает влагу, находящуюся внутри зерна, а мелкое зерно способствует выработке поверхностной влаги.

На условия (режим) обработки и влагоемкость масла могут влиять и другие факторы, например, степень загрузки маслоизготовителя маслом во время обработки, продолжительность обработки и др. Анализ этих факторов показывает, что регулирование состава масла по содержанию и распределению влаги зависит в первую очередь от соблюдения установленного для данных условий технологического режима производства. Даже при небольших отклонениях от него может изменяться состав масла, если не будут подобраны соответствующие условия его обработки.

На предприятиях маслодельной промышленности преобладают безвальцовые металлические маслоизготовители разных марок и формы. Во всех маслоизготовителях в первый период обработки масла свободная влага выпрессовывается, а после критического периода и анализа недостающее количество влаги вработывается и равномерно диспергируется.

Маслоизготовители имеют несколько скоростей вращения, а в более современных конструкциях вращение бочки можно регулировать бесступенчато в пределах от 1 до 20 об/мин. Продолжительность обработки в безвальцовых маслоизготовителях примерно составляет в летний период 20-30 мин и зимой 30-50 мин. Первые 5-8 мин обработка ведется при закрытых кранах, а по мере объединения зерен масла в сплошной рыхлый пласт открывают спускные краны, не останавливая бочку, выпускают влагу и продолжают обработку. После прекращения выделения влаги маслоизготовитель останавливают, отбирают из разных мест монолита масла среднюю пробу, определяют содержание влаги и по результатам анализа рассчитывают недостающее количество воды для нормализации состава масла и вносят ее в маслоизготовитель.

Дальнейшую обработку масла ведут при закрытых кранах до полной выработки влаги и получения готового масла нормальной консистенции и структуры с хорошим влагораспределением. При установлении скорости вращения маслоизготовителя и условий обработки необходимо придерживаться рекомендаций, указанных в инструкции по эксплуатации аппарата, а также учитывать опыт предыдущих выработок масла. В маслоизготовителях, укомплектованных специальным вакуум-насосом или эжектором для обработки масла, при снижении давлений этот процесс проводят следующим образом.

После спуска пахты или промывной воды закрывают краны и люк маслоизготовителя, включают вакуум-насос, открывают кран для отсасывания воздуха и проводят отсос воздуха до определенного момента. По достижении нужного разрежения вакуум-насос отключают, кран закрывают и маслоизготовитель пускают в ход.

За процессом прессования (обработки) наблюдают через смотровое окошко. Если наблюдение показывает, что выделение влаги на поверхности монолита прекращается, первую стадию прессования считают законченной, маслоизготовитель останавливают, открывают люк и краны, выпускают влагу и отбирают пробу для анализа.

По результатам анализа рассчитывают количество воды (или пахты), которое требуется добавить для нормализации состава масла по влаге до стандартного, и продолжают прессование масла с целью выработки влаги в монолит масла. Во второй стадии прессования последовательность проведения операции та же, что и в первой, при той же скорости вращения маслоизготовителя, но степень разрежения несколько снижают и устанавливают по индикатору для маслоизготовителя “Пааш” 2-2,5 и для “Колдинг” 20-25.

Обработка масла в вальцовых маслоизготовителях происходит следующим образом. После удаления пахты или промывной воды и внесения соли (при выработке соленого масла) люки и краны закрывают и маслоизготовитель пускают на обработку. Через пять-восемь оборотов маслоизготовителя масляное зерно сбивается в пласт, и содержание влаги в масле снижается до 18%. Чтобы удалить избыток влаги, маслоизготовитель останавливают, приоткрывают люки и кран. Затем маслоизготовитель включают и продолжают обработку. После нескольких оборотов маслоизготовитель вновь останавливают, отбирают пробу масла и определяют количество влаги в нем. По результатам промежуточного анализа устанавливают дальнейший ход обработки, которая при удовлетворительном содержании воды огра-

ничивается обсушкой зерна при открытых люках маслоизготовителя. Если установлено недостаточное содержание воды в масле, то воду необходимо добавить. Количество недостающей воды определяют по формуле

$$K_{\text{в}} = \frac{M(B_{\text{жс}} - B_{\text{м}})}{100 - B_{\text{м}}}$$

где  $K_{\text{в}}$  – количество воды, которое следует добавить, л;  
 $M$  – теоретически рассчитанная масса масла, кг;  
 $B_{\text{жс}}$  – желаемое содержание воды в масле, %;  
 $B_{\text{м}}$  – фактическое содержание воды в масле, %.

Массу масла рассчитывают по формуле

$$M = \frac{K_{\text{сл}}(Ж_{\text{сл}} - Ж_{\text{н}})}{Ж_{\text{м}} - Ж_{\text{н}}}$$

где  $K_{\text{сл}}$  – количество сливок в маслоизготовителе, кг;  
 $Ж_{\text{сл}}$  – содержание жира в сливках, %;  
 $Ж_{\text{н}}$  – содержание жира в пахте, %;  
 $Ж_{\text{м}}$  – содержание жира в масле, %;

Содержание жира в масле определяют по формуле

$$Ж_{\text{м}} = 100 - (B + \text{сомо} + C),$$

где  $B$  – содержание воды в масле, %;  
 $\text{сомо}$  – сухой обезжиренный молочный остаток в масле, %  
 $C$  – содержание соли в соленом масле, %

Прибавив воду, продолжают обработку до получения сухого на вид масла.

Масло считается обработанным, если оно содержит установленный процент воды, равномерно распределенной по всему пласту, и при разрезе кажется сухим. При срезе лопаткой по длине пласта выделяются мелкие выступающие капельки влаги размером не более булавочной головки. Цвет готового масла должен быть одинаковым по всей толще масла. В готовом масле определяют содержание влаги, а в соленом и содержание соли.

В маслоизготовителях, укомплектованных специальным вакуум-насосом или эжектором для обработки масла, при снижении давлений этот процесс проводят следующим образом.



После спуска пахты или промывной воды закрывают краны и люк маслоизготовителя, включают вакуум-насос, открывают кран для отсасывания воздуха и проводят частичный отсос воздуха. По достижении соответствующего разрежения вакуум-насос отключают, кран закрывают и маслоизготовитель пускают в ход. За процессом обработки масла наблюдают через смотровое окошко.

При прекращении выделения влаги на поверхности монолита первую стадию обработки считают законченной, маслоизготовитель останавливают, открывают люк и краны, выпускают влагу и отбирают пробу для анализа.

По результатам анализа рассчитывают количество воды, вносят ее в маслоизготовитель и продолжают обработку масла с целью выработки влаги в монолит масла.

При этом степень разрежения несколько снижают и обработку масла продолжают до полной обсушки его поверхности и стенок маслоизготовителя.

Обработка масла имеет решающее значение в распределении компонентов масла (жир, плазма, влага, воздух), в формировании структуры и консистенции продукта.

Во время обработки температура и глицеридный состав жира имеют наиболее существенное значение для получения нормальной консистенции масла.

При более длительной обработке повышается температура, понижается твердость масла, увеличивается количество жидкой фракции жира, диспергирование влаги и плазмы повышается. С увеличением степени обработки увеличивается и содержание воздуха. В свежем масле его содержится 1,5-2 мл на 100 г продукта.

Как показали исследования С. Королева, в результате высокого диспергирования влаги повышается стойкость масла к плесневению. Это обусловлено тем, что в процессе измельчения капельки становятся изолированными, вследствие чего вся структура водной части масла приобретает более замкнутый характер и малодоступна для плесени.

Следует учитывать, что чрезмерная обработка (переработка), как и достаточная обработка, отрицательно влияют на качество и стойкость масла. При чрезмерной обработке увеличивается количество воздуха в масле, вследствие чего усиливаются окислительные процессы в нем. В результате сильного диспергирования влаги при длительной обработке образуется большая поверхность соприкосновения

ее с жиром, что может способствовать развитию химических процессов, вызывающих порчу масла. Высокая степень диспергирования особенно отрицательно сказывается при переработке сливок более низкого качества.

### **Получение масла в маслоизготовителях методом непрерывного сбивания**

Наряду с получением масла методом сбивания в маслоизготовителях периодического действия в настоящее время созданы и внедряются в производство высокопроизводительные линии по производству масла с применением маслоизготовителей непрерывного действия. Эти маслоизготовители имеют значительные преимущества в санитарном отношении и обеспечивают получение сливочного масла и его расфасовку в потоке.

Первые исследования по непрерывному методу производства масла проведены В. Сириком и М. Казанским в Вологодском филиале ВНИМИ, а затем А. Грищенко в Ленинградском филиале ВНИМИ. Созданный Фрицем маслоизготовитель непрерывного действия не позволяет получать масло с требуемыми параметрами по содержанию влаги, воздуха и жира в пахте.

Способу производства масла методом непрерывного сбивания за последнее десятилетие в ряде зарубежных стран уделяется значительное внимание. Для этих целей созданы маслосбиватели непрерывного действия в комплекте с другим оборудованием для производства сливочного масла. Известный интерес среди этих агрегатов представляет оборудование французской фирмы “Симок-Фрер”.

В линию входят танки для приготовления закваски, обеспечивающие точное терморегулирование процесса; танки для созревания сливок с двойными стенками и изоляцией или тройными стенками и циркуляцией воды. При необходимости они могут быть оборудованы автоматическими рН-метрами и другими программными приспособлениями, регулирующими процесс созревания сливок: маслоизготовителем для непрерывного сбивания масла; конвейером для передвижения масла к упаковочным автоматам и от них в камеру хранения; автоматами для расфасовки и упаковки масла как в мелкую, так и крупную фасовку.

Сбиватель маслоизготовителя в этой линии непрерывно охлаждается, и, кроме того, процесс маслообразования проводится при относительно небольшой скорости вращения сбивателя, что предупреждает расщепление микрозернышек масла и снижает потери жира с пахтой. В линии предусмотрена промывка масляного зерна – (один или два раза), обработка масла под вакуумом, посолка масла.

Минмясомолпромом России утверждена инструкция по производству сладкосливочного и кислосливочного масла методом непрерывного сбивания на линии фирмы “Симон-Фрер”. В соответствии с указанной инструкцией, сладкосливочное масло, выработанное методом непрерывного сбивания, по химическому составу и органолептическим показателям должно соответствовать ГОСТу на коровье масло.

Требования, предъявляемые к качеству молока и сливок, все технологические операции, связанные с приемкой и сепарированием молока, выполняют в соответствии с действующей инструкцией по производству сливочного масла. Принятые и рассортированные на заводе сливки направляют в вертикальные резервуары для резервирования.

Для обеспечения стабильной работы линии устанавливают жирность сливок в весенне-летний период 36-40%; в осенне-зимний период 35-38%; сливки I-го сорта пастеризуются при температуре 85-90°C, а сливки II-го сорта – при температуре 92-96°C.

Пастеризованные сливки поступают в камеру дезодорации, где поддерживается определенный вакуум. Сливки хорошего качества дезодорации не подвергаются. В зависимости от времени года рекомендуются следующие режимы созревания сливок:

| Время года   | Температура охлаждения | Продолжительность выдержки, ч |
|--------------|------------------------|-------------------------------|
| Лето и весна | 4-6                    | Не менее 5                    |
| Зима и осень | 6-8                    | Не менее 7                    |

Отклонения от указанных режимов созревания сливок приводят к ухудшению консистенции масла.

Перед сбиванием сливок маслоизготовитель МВ-5 машину для расфасовки масла блоками по 20 кг и автомат для расфасовки масла мелкими порциями обрабатывают специальным раствором в течение 15 мин при температуре 85-90°C и ополаскивают холодной пастеризованной водой (8-14°C).

В ходе подготовки оборудования линии к работе устанавливают температуру сбивания сливок. Подогрев сливок до температуры сбивания осуществляется теплой водой (температура не выше 25°C), циркулирующей в рубашке танка. По достижении температуры сбивания производится выдержка сливок в течение 30-40 мин. Ориентировочно можно принять температуру сбивания сливок для весенне-летнего периода от 8 до 12°C, а для осенне-зимнего от 10 до 14°C. Более точно температуру сбивания устанавливают на основе данных лаборатории о составе сливок и учета опыта предыдущих сбиваний.

Перед сбиванием сливки вымешивают в сливкосозревателем танке в течение 10 мин. Затем отбирают пробу для определения кислотности и содержания жира в сливках. В ходе подачи на сбивание через каждые 20 мин сливки перемешивают в танке (мешалка включается на 2 мин).

Перед пуском маслоизготовителя подают водопроводную воду к вакуум-насосу обработка, холодную пастеризованную воду – к самоочистителю фильтр-сетки и к коллектору промывки масляного пласта.

Регулирование процесса сбивания сливок в начальный период осуществляют, изменяя частоту вращения мешалки сбивателя (как правило, в сторону снижения их), что позволяет добиться нормальной степени сбитости сливок в масляное зерно. При нормальном процессе сбивания пахта легко отделяется от масляного зерна, величина которого должна составлять 2-3 мм.

Для регулирования температуры сбивания сливок и предотвращения прилипания масляного зерна к поверхности цилиндра сбивания в его рубашку подается холодная вода с температурой 2-3°C (расход до 400 л/ч).

С началом выхода масла из насадки обработки включается вакуум-насос. Затем определяют влажность масла и замеряют часовую производительность маслоизготовителя по маслу. Для снижения влагосодержания в масле добиваются получения мелкого масляного зерна (1-2 мм) путем уменьшения частоты вращения мешалки сбивателя на 50-100 об/мин. Если этого окажется недостаточно, то снижают число оборотов шнеков обработки и увеличивают интенсивность охлаждения масляного зерна в первой шнековой камере.

Для выработки в масло небольшого количества недостающей влаги (до 1%) увеличивают на 50-100 об/мин частоту вращения мешалки сбивателя или используют насос-дозатор с установкой его ука-

зателя на деление, соответствующее замеренной производительности маслоизготовителя и влажности масла до выработки влаги.

Для выработки в масло более 1% недостающей влаги увеличивают частоту вращения шнеков обработки и снижают интенсивность охлаждения масляного зерна в первой шнековой камере. Для интенсификации процесса сбивания (при переработке низкожирных сливок, а также в осенне-зимний период года) величину зазора допустимо уменьшить до 3-4 мм и использовать сетчатую вставку к цилиндру сбивания. Масляное зерно охлаждают водой (температура ее на входе 2-3°C, расход до 4000 л/ч), циркулирующей в рубашке первой шнековой камеры.

Масло промывают пастеризованной и охлажденной до 3-5°C водой, подаваемой струйным коллектором в количестве до 1200 л/ч. После промывки и частичной подпрессовки масло подвергается вакуумированию и обработке. Из маслоизготовителя масло поступает в машину для расфасовки крупными блоками или в автомат для расфасовки мелкими порциями.

В процессе изготовления масла периодически (через 10-15 мин) контролируют содержание влаги в масле. Содержание сомо, кислотность плазмы, микробиологический контроль, проверка органолептических показателей и стойкости масла производится в соответствии с действующей инструкцией на выработку сливочного масла.

Схема технологического процесса производства кисломолочного масла методом непрерывного сбивания отличается от схемы выработки сладкомолочного масла способом внесения закваски молочно-кислых культур и сквашиванием сливок.

Для производства кисломолочного масла устанавливают жирность сливок в пределах 35-40%. Сливки пастеризуют при температуре 85-90°C. Горячие сливки из пастеризатора поступают в камеру дезодорации, где в зависимости от качества исходных сливок поддерживается вакуум. Затем сливки направляют в секции регенерации и водяного охлаждения пластинчатого теплообменника, где охлаждаются до 16-20°C. При этой температуре они поступают в сливко-созревателный танк. При наполнении его на 1/3 емкости вносят закваску, приготовленную на чистых культурах молочнокислых бактерий из расчета 2-5% от количества сливок.

Сливки сквашивают с таким расчетом, чтобы перед сбиванием кислотность плазмы в них довести до 50°Т. Для достижения такой кислотности в плазме кислотность сливок должна иметь такие значения:

|                        |      |    |      |    |      |    |
|------------------------|------|----|------|----|------|----|
| жирность сливок, %     | 35   | 36 | 37   | 38 | 39   | 40 |
| кислотность сливок, °Т | 32,5 | 32 | 31,5 | 31 | 30,5 | 30 |

Во избежание излишнего нарастания кислотности охлаждение сливок начинают в момент, когда кислотность их будет на 8-10°Т ниже расчетной. Степень сквашивания сливок может быть понижена или повышена.

По достижении сливками желаемой степени сквашивания (обычно через 4-7 ч с момента внесения закваски) их охлаждают и оставляют для созревания при температуре летом и весной 4-6°С (не менее 6 ч), зимой и осенью 6-8 (не менее 8 ч).

**РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Барабанщиков, Н.В. Молочное дело / Н.В. Барабанщиков. – М.: 2001.
2. Степанова, Л.И. Справочник технолога молочного производства / Л.И. Степанова. – СПб.: ГИОРД, 2000. – Т. 1 и 2.
3. Справочник технолога молочного производства / Под ред. Г.Г. Шиллера. – СПб.: ГИОРД, 2003. Т. 3.
4. Горбатова, К.К. Справочник технолога молочного производства / К.К. Горбатова. – СПб.: ГИОРД, 2002. Т. 4.
5. Молоко и молочные продукты. – М.: Госстандарт. – 1998.
6. Производство сливочного масла / Под ред. Д.В. Вышемирского. – М.: Агропромиздат. – 1990.

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Технология производства масла .....  
Способы производства масла. Сливки и их подготовка к сбиванию. Способы производства масла.....
2. Сливки их приемка и сортировка.....
3. Исправление пороков сливок.....
4. Подготовка сливок к сбиванию.....
5. Охлаждение и физическое созревание сливок.....
6. Производство масла методом сбивания .....
7. Теоритические основы процесса маслообразования .....
8. Факторы, влияющие на сбивание сливок.....
9. Получение масла в маслоизготовителях .....  
периодического действия.....
10. Получение масла в маслоизготовителях методом  
непрерывного сбивания .....



## **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛА**

*Составители*

***КАМЕНСКАЯ Наталья Васильевна***  
***МАТЮШЕВ Василий Викторович***

*Редактор В.А. Сорокина*

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 2005. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.

Офсетная печать. Объем п.л. Тираж 110 экз. Заказ №

Издательство Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117