

МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА

КЛАССИФИКАЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА 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. Существует 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 получении высокожирных сливок все технологические операции, вплоть до маслообразования, осуществляются при температуре 60—95 °С и только на конечной стадии процесса продукт охлаждается до температуры массовой кристаллизации глицеридов (12—15 °С). В случае получения масляного зерна, за исключением кратковременного нагрева до 85—95 °С (пастеризации), процесс осуществляется при температуре 5—20 °С. Кристаллизация жира с учетом этого при получении высокожирных сливок в аппарате осуществляется частично, а при получении масляного зерна завершается практически полностью. Температура свежеработанного масла в обоих случаях составляет 12—15 °С. Однако по физическим свойствам свежеработанное разными методами масло существенно различается. Масло, выработанное методом преобразования высокожирных сливок, представляет собой жидкообразную массу, а полученное методом сбивания сливок имеет присущие ему товарные показатели.

1. Состав и свойства масла в зависимости от метода его получения

Показатель	Сбивание сливок в маслоизготовителях		Преобразование высокожирных сливок
	периодического действия	непрерывно-действующих	
Содержание			
СОМО, %	1,23 ± 0,19	1,48 ± 0,12	1,64 ± 0,16
воздуха, 10 ⁻⁵ м ³ /кг	3,51 ± 0,92	6,45 ± 2,35	0,58 ± 0,12
Термоустойчивость	0,58 ± 0,12	0,91 ± 0,05	0,82 ± 0,05
Твердость, Нм	92 ± 10,5	61,1 ± 7,7	61,1 ± 7,7
Восстанавливаемость структуры, %	73,3 ± 4,6	72,0 ± 9,2	34,1 ± 3,2
Вытекание свободного жидкого жира, %	4,4 ± 0,63	5,7 ± 1,4	5,9 ± 0,24
Степень деэмульгирования жира, %	99,9 ± 0,09	99,7 ± 0,19	98,5 ± 1,3
Количество эмульгированного жира, %	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,15 ± 0,05
Содержание жира в плазме, %	0,15 ± 0,05	1,56 ± 0,45	3,95 ± 0,95
Средний диаметр капель плазмы, мкм %	3,36	3,20	2,88
Степень дисперсности плазмы, м ⁻¹	1,28	1,37-1,41	1,61

Существующая технология сливочного масла основана на способности молочного жира под влиянием температурного воздействия изменять свое агрегатное состояние. Температурный фактор благодаря этому служит отличительной особенностью метода производства.

Систематизация существующих аппаратных схем производства масла по общности технологического процесса и анализ большого количества экспериментальных данных, в том числе по химическому составу, его структурно-механическим характеристикам, потребительским показателям, позволяют выделить следующие принципиально различные методы:

- сбиванием заранее подготовленных сливок в маслоизготовителях периодического (традиционная схема) и непрерывного действия;
- преобразованием высокожирных сливок в специальных аппаратах-маслообразователях.

2. Преимущества и недостатки различных методов производства сливочного масла

Сбивание сливок в маслоизготовителях		Преобразование высокожирных сливок
непрерывнодействующих	Периодического действия	
Преимущества		
Хорошая термоустойчивость масла Хорошая намазываемость масла Легко регулировать однородность состава масла и его свойства	Хорошая намазываемость Хорошая термоустойчивость Высокая механизация производственных процессов	Отличное диспергирование влаги (1—3 мкм) Низкая бактериальная обсемененность Высокая стойкость масла Пониженное содержание воздуха [(0,3—0,8) 105 м3/кг] Экономичное использование производственной площади Кратковременность производственного цикла (1-1,5 ч) Сравнительно меньший расход холода и воды Невозможность переработки сливок повышенной кислотности
Недостатки		
Повышенная обсемененность микрофлорой Длительность производственного процесса (практически 1 сут) Недостаточная механизация производства Много ручного труда Неудовлетворительная дисперсность влаги в масле	Высокое содержание воздуха. Частый порок консистенции — рыхлость Повышенная обсемененность микрофлорой. Длительность производственного процесса (практически 1 сут) Сравнительно повышенный отход жира в пахту (до 1%) Недостаточно высокая дисперсность влаги в масле Неравномерность состава и качества масла одной выработки	Частый порок — нетермоустойчивость масла Неудовлетворительная отделяемость плазмы (белка) при перетопках Повышенное содержание жира. в плазме Повышенное вытекание жидкого жира в плазме (5,5-12%)

Сравниваемые методы отличаются аппаратным оформлением технологического процесса, составом и свойствами вырабатываемого масла (табл 1).

Характерными особенностями масла, вырабатываемого методом сбивания сливок, являются недостаточная связность структуры и рыхлость монолита, термоустойчивость хорошая. Вкус и запах лучше выражены в масле, полученном методом преобразования высокожирных сливок. Консистенция его плотная, пластичная, термоустойчивость сравнительно хуже. Различия технологии и состава масла заметно влияют на его структуру и физико-химические свойства (твердость, восстанавливаемость структуры, состояние жировой фазы и др.).

Физико-химические показатели масла, выработанного методом сбивания сливок (в маслоизготовителях непрерывного и периодического действия), близки. Различие показателей твердости указывает лишь на разную интенсивность механической обработки продукта в процессе выработки. Повышенная твердость и низкая восстанавливаемость структуры масла, выработанного методом преобразования высокожирных сливок, указывают на преобладание в нем кристаллизационных структур, что характерно для данного метода производства.

Преимущества и недостатки различных методов производства сливочного масла с массовой долей жира 82,5% приведены в табл 2.

ПРОИЗВОДСТВО СЛИВОЧНОГО МАСЛА МЕТОДОМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВЫСОКОЖИРНЫХ СЛИВОК

Сущность метода 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 (рис 1) включает следующие технологические операции; приемку и сортировку молока; подогрев, сепарирование молока и получение сливок; тепловую и вакуумную обработку сливок; сепарирование сливок и получение высокожирных сливок; нормализацию состава высокожирных сливок; расчет и внесение бактериальной закваски и поваренной соли (при выработке кисломолочного и соленого масла); преобразование высокожирных сливок в масло; фасованно и упаковывания масла.

Приемка и сепарирование молока. Приемка и сортировка молока. Сдача, приемка и перевозка молока на предприятия молочной промышленности должны соответствовать требованиям, изложенным в инструкции О порядке проведения государственных закупок (сдачи и приема) молока и молочной продукции. На основании органолептической оценки и лабораторных исследований поступающее молоко сортируют, руководствуясь при этом действующим государственным стандартом на молоко заготавливаемое.

Количество принимаемого молока определяют взвешиванием на весах или • по объему с помощью специальных счетчиков. Перед взвешиванием молоко, принимаемое непосредственно от поставщиков, фильтруют.

Принятое молоко в возможно короткий срок направляют в переработку. В случае вынужденного хранения молоко охлаждают и хранят при температуре не выше 10 °С.



Рис 1. Схема технологического процесса производства сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок: 1 — весы; 2 — приемная ванна; 3 — пластинчатый теплообменник; 4 — сепаратор-сливкоотделитель; 6 — трубчатый пастеризатор; 6 — дезодорационная установка; 7 — насос для сливок; 5 — напорный бак; 9 — сепаратор для высокожирных сливок; 10 — ванна для высокожирных сливок; 11 — ротационный насос; 12 — маслообразователь; 13 — стол и весы; 14 — охладитель пластинчатый; 15 — емкость для резервирования сливок.

Сепарирование молока и получение сливок. Оптимальная температура сепарирования (35—45 °С) обуславливает снижение его вязкости, повышение агрегации мелких жировых шариков, увеличение разности показателей плотности жира и плазмы, что повышает эффективность разделения фаз.

Сепарируют молоко, как правило, на заводах с использованием сепараторов-сливкоотделителей, получая обезжиренное молоко и сливки, являющиеся

исходным сырьем для производства сливочного масла. Сливки представляют собой эмульсию молочного жира (дисперсная фаза) в плазме молока (дисперсионная среда), стабилизированную белками молока и фосфолипидами.

Массовую долю жира в сливках устанавливают с учетом особенностей производства масла. При выработке масла методом преобразования высоко-жирных сливок рекомендуемая жирность сливок 32—37.

Тепловая и вакуумная обработка сливок. При правильно выбранных технологических режимах тепловая и вакуумная обработка позволяет значительно ослабить или устранить полностью различные пороки вкуса и запаха, что наряду с тщательной сортировкой сливок и обоснованно выбранным ассортиментом гарантирует выработку масла высокого качества. В нашей стране при выработке сливочного масла применяют пастеризацию и дезодорацию сливок.

Пастеризация сливок. Она предназначена для полного уничтожения патогенных микроорганизмов и максимально — всей остальной микрофлоры, инактивации ферментов, ускоряющих порчу продукта. Эффективность пастеризации обеспечивается правильностью выбора температуры нагревания сливок и продолжительности выдержки их при этой температуре.

Выбор режимов пастеризации обуславливается качеством исходных сливок и видом вырабатываемого масла. Сливки I сорта при выработке сладко-сливочного масла пастеризуют при 85—90 °С в весенне-летний и 92—95 °С — в осенне-зимний (без дезодорации) периоды года. Сливки II сорта соответственно пастеризуют при температуре 92—95 и 103—108 °С или их сначала нагревают до температуры 92—95 °С, а затем подвергают дезодорации, чем обеспечивается более полное удаление из них летучих веществ — носителей кормового и других посторонних привкусов и запахов.

Эффективность пастеризации выражается отношением количества уничтоженных микроорганизмов (в процентах) к их содержанию в исходных сырых сливках; она должна быть не менее 99,5—99,9%. С повышением массовой доли жира в сливках, их механической загрязненности и физической неоднородности (наличие комочков жира, слизи, пузырьков воздуха и др.) эффективность пастеризации снижается. Влияет также возраст бактерий: молодые бактерии, как правило, чувствительнее к температуре. Поэтому длительно хранить сливки нежелательно. До подачи в пастеризатор сливки тщательно фильтруют.

В сливках после пастеризации остается некоторое количество неразрушенной липазы и так называемой остаточной микрофлоры.

Дезодорация сливок. Она заключается в обработке горячих сливок в условиях разрежения в специальных аппаратах — дезодораторах. Сущность процесса заключается в паровой дистилляции из сливок пахнущих веществ, образующих с водяным паром азеотропные смеси, кипящие ниже температуры кипения воды. При разрежении 0,04—0,06 МПа сливки вскипают при температуре 65—70 °С. Режимы дезодорации устанавливают в зависимости от качества сливок и их жирности, вида вырабатываемого масла, вне зависимости от метода производства. Пороки вкуса и запаха сливок, которые вызываются жирорастворимыми веществами, дезодорацией не устраняются.

Практикуют также повторную пастеризацию сливок после их дезодорации. Схема процесса — нагретые в пастеризаторе до 80 °С сливки обрабатывают в потоке в вакуум-дезодорационной камере при разрежении 0,04—0,06 МПа, а затем нагревают до 90—92 °С — в секции пастеризации. Это обуславливает устранение невыраженного и пустого вкуса и запаха, нередко ощущаемых после дезодорации. Для более полного удаления посторонних нежелательных летучих веществ из сливок интенсифицируют процесс парообразования посредством повышения температуры нагревания либо снижением остаточного давления в системе, например 92—95 °С при разрежении 0,02—0,04 МПа — для осенне-зимнего и 0,01—0,03 МПа — для весенне-летнего периодов года. Из-за отсутствия достаточных сведений о веществах, вызывающих в сливках различные пороки вкуса и запаха, режимы дезодорации на практике устанавливают сравнением качества сливок (вкуса, запаха и пр.), обработанных при различных температуре и степени разрежения, и качества масла.

Сепарирование сливок и получение высокожирных сливок. Концентрированно жировой фазы сливок осуществляется при температуре 70—90 °С с применением сепараторов специальных конструкций.

Характеристика сливок. Устойчивость эмульсии молочного жира в плазме молока может характеризоваться временем, необходимым для разрушения ее структуры в условиях механического воздействия. Чем выше жирность сливок, тем ниже устойчивость эмульсии. Устойчивость сливок как дисперсной системы снижается с понижением устойчивости оболочек жировых шариков в ходе технологического процесса при нагревании, охлаждении, механическом перемешивании, замораживании. На устойчивость эмульсии сливок влияет размер жировых шариков. Сливки,

содержащие мелкие жировые шарики, при одинаковой массовой доле жира в них характеризуются сравнительно повышенной устойчивостью эмульсии. Значительное влияние на устойчивость эмульсии сливок оказывают процессы отвердевания глицеридов, окисления липидов, в том числе липидов оболочек жировых шариков.

В последние годы в промышленности используют сливки с массовой долей жира от 10 до 85%. Это требует уточнения отдельных характеристик сливок и сложившейся терминологии. В зависимости от массовой доли жира в сливках представляется целесообразным выделить следующие разновидности. Сливки—эмульсия с массовой долей жира от 10 до 45%, в которых жировые шарики равномерно распределены в объеме и не

соприкасаются друг с другом. Сливки повышенной жирности — эмульсия с массовой долей жира от 46 до $61 \pm 1\%$; часть жировых шариков в сливках повышенной жирности находится в контакте друг с другом, но все они обособлены липопротеиновыми оболочками и равномерно распределены в объеме; сливки повышенной жирности, обладая всеми характерными для сливок свойствами, отличаются от них повышенной вязкостью вследствие увеличенной массовой доли жира и пониженной стабильностью жировой эмульсии, что характерно для высокожирных сливок.

Высокожирные сливки — высококонцентрированная эмульсия с массовой долей жира более 62%; жировые шарики в них практически соприкасаются друг с другом, а при массовой доле жира более $73 \pm 1\%$ находятся в деформированном состоянии; толщина прослоек плазмы, состоящих из гидрированных оболочек жировых шариков, составляет 30 нм. При массовой доле жира

91—95% прослойки плазмы достигают критической толщины, эмульсия при этом разрушается.

Высокожирные сливки можно получить непосредственно из молока путем одно- или двукратного сепарирования или из сливок—однократным сепарированием. При этом процесс условно разделяют на следующие стадии:

- сближение жировых шариков в результате сепарирования молока (при температуре 50—60 °С);
- уплотнение жировой фазы в результате деформации жировых шариков при сепарировании сливок (температура 70—90 °С).

Стадии сепарирования различаются между собой по затратам механической энергии и скорости процесса концентрации. На первой стадии концентрированно жира осуществляется быстрее, а энергия расходуется на преодоление сопротивления среды движению жирового шарика. Замедление процесса на второй стадии (энергия при этом тратится на деформацию и спрессовывание жировых шариков и вытеснение плазмы из капилляров) приводит к снижению производительности сепаратора. На второй стадии концентрирования жировой фазы в результате взаимного трения в барабане сепаратора вместе с плазмой вытесняются вещества оболочек жировых шариков (в том числе фосфолипиды). Поэтому в высокожирных сливках содержится меньше оболочечного вещества, чем в обычных сливках, что приводит к изменению электрического заряда жировых шариков и подвижности в электрическом поле, а также понижению устойчивости оболочек жировых шариков [2, 15]. Для обеспечения устойчивости процесса сепарирования следует подбирать сливки, однородные по качеству — кислотностью плазмы не выше 25 °Т, однородные по жирности и температуре, поддерживать постоянную частоту вращения барабана сепаратора.

Факторы сепарирования сливок. Эффективность процесса получения высокожирных сливок (В ГОСТ 37—55 «Масло коровье» предусмотрена фасовка масла сливочного (несоленого, соленого, вологодского) в деревянные бочки вместимостью 47, а любительского — 44 кг. Однако практически данную фасовку не осуществляют) зависит от факторов, изложенных ниже.

М а с с о в а я д о л я ж и р а. В сепарируемых сливках данный фактор влияет на производительность сепаратора и жирность пахты. При идентичных условиях работы снижение жирности сливок приводит к уменьшению массовой доли жира в получаемых высокожирных сливках и повышению в них сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО). Увеличение жирности исходных сливок с 30 до 40% обуславливает повышение производительности сепаратора в 1,5 раза, снижение СОМО в получаемых высокожирных сливках с 1,92 до 1,66% и повышение степени дестабилизации жировой эмульсии на 6,5%.

К и с л о т н о с т ь с л и в о к. Повышение кислотности плазмы сепарируемых сливок обуславливает дополнительную десорбцию липопротеиновых мицелл с поверхности оболочек жировых шариков, снижение степени гидратации белковых веществ плазмы и уменьшение ее толщины, что, в свою очередь, снижает стабильность оболочки в более кислой среде. При повышении кислотности плазмы сливок с 18,3 до 23,8% жирность пахты увеличивается примерно в 1,5 раза, а степень дестабилизации жировой эмульсии повышается на 37,5%. Для предупреждения при сепарировании сливок повышенной кислотности (в плазме сливок более 25—27 °Т) следует уменьшить производительность

сепаратора. Заметного влияния кислотности плазмы исходных сливок на содержание СОМО в высокожирных сливках не установлено. Однако существует мнение, что при повышении степени дестабилизации жировой эмульсии (которая во многом зависит от кислотности сливок) наблюдается снижение СОМО в высокожирных сливках.

Температура сепарирования. При снижении температуры сепарирования (может колебаться в диапазоне от 60 до 90 °С) наблюдается тенденция уменьшения массовой доли СОМО и увеличения доли воздуха в получаемых высокожирных сливках, а также массовой доли жира в пахте. При повышении температуры, наоборот, массовая доля СОМО и воздуха в получаемых высокожирных сливках повышается, а жирность пахты снижается. При повышении температуры сепарирования сливок с 80 до 90—95 °С в высокожирных сливках количество СОМО увеличивается на 0,1—0,15% и на 12—17% степень дестабилизации жировой эмульсии. Определенное влияние при этом оказывают сывороточные белки, которые при температуре 85 и 90 °С соответственно коагулируют на 22—30% и полностью. Конкретные данные по этим вопросам отсутствуют.

Степень дестабилизации сливок. Данный фактор характеризует состояние жировой эмульсии сливок. Он зависит от кислотности сепарируемых сливок и устойчивости их белковой фазы к тепловому и механическому воздействию, массовой доли жира. Степень дестабилизации повышается при повышении кислотности сливок, снижении устойчивости белковой фазы и повышении их жирности, при повышении температуры сепарирования сливок и массовой доли жира в получаемых высокожирных сливках.

Повышение степени дестабилизации сепарируемых сливок увеличивает значения данного показателя в жировой эмульсии получаемых высокожирных сливок и снижение их вязкости. При повышении степени дестабилизации жировой эмульсии, по данным К. Агиенко, в сливках увеличивается количество крупных жировых шариков, что ускоряет уплотнение сливочного слоя. Эффективность сепарирования (разделения фаз жир — плазма) при этом повышается и способствует увеличению производительности сепаратора и снижению жирности пахты.

Производительность сепаратора. Ее регулируют изменением притока сливок в барабан так, чтобы получать высокожирные сливки с требуемым содержанием плазмы (влага плюс СОМО), а жирность пахты не превышала установленный норматив (0,4%). При равнозначных условиях работы с увеличением притока эффективность сепарирования снижается, и наоборот. С повышением жирности сепарируемых сливок производительность сепаратора и жирность пахты увеличиваются; при уменьшении жирности сливок, наоборот, снижаются. Повышение массовой доли жира высокожирных сливок обуславливает снижение указанных показателей; при снижении жира производительность сепаратора соответственно увеличивается, а жирность пахты снижается. При увеличении производительности сепараторов наблюдается повышение СОМО в получаемых высокожирных сливках на 0,07% на каждые 100 л.

Продолжительность непрерывной работы сепаратора (с периодической выгрузкой осадка из барабана). В зависимости от количества слизи, осаждаемой в шламовом пространстве и между тарелками сепаратора, выбирают продолжительность непрерывной работы сепараторов. При этом учитывают кратность тепловой обработки сепарируемых сливок, длительность их выдержки в горячем состоянии, кислотность сливок, их механическую загрязненность и др. Увеличение количества слизи в барабане сепаратора, помимо сокращения рабочего цикла сепаратора, приводит к снижению СОМО в высокожирных сливках. При переработке высококачественных сливок и технически исправном состоянии сепаратора продолжительность его непрерывной работы составляет 1,5—3 ч.

Нормализация высокожирных сливок. Процесс преследует цель стандартизации состава компонентов вырабатываемого масла. Требуемое содержание влаги, а соответственно жира и СОМО в высокожирных сливках легко получить в процессе сепарирования сливок. При изменении влаги в высокожирных сливках в диапазоне от 16 до 38% массовая доля в них СОМО будет меняться от 1,6 до 3,5%, остальное—жир.

Получение высокожирных сливок с заданным содержанием компонентов (жир, СОМО, влага) исключает их нормализацию и позволяет без дополнительных затрат труда и энергии обеспечить стандартность состава масла и высокую дисперсность в нем влаги. При нормализации высокожирных сливок наблюдается тенденция к снижению производительности маслообразователя и ухудшению консистенции масла. Влияние это тем заметнее, чем больше вносится использованных для нормализации пахты (сливок, обезжиренного молока), и зависит от того, что для этой цели используют—сливки, пахту или обезжиренное молоко.

Стандартность состава готового масла контролируют по массовой доле жира и влаги. Одним из основных компонентов масла является СОМО, занижение которого (ниже нормативного) ведет к перерасходу жира. Влияние нормализации высокожирных сливок на содержание в них СОМО, состояние жировой эмульсии и вязкость приведено в табл. 3.

3. Вариант нормализации высокожирных сливок

Вариант нормализации	Массовая доля, %		Количество эмульгированного жира, %	Вязкость. 10-3 Па·с (при температуре 60±1 °С)
	влаги	СОМО		
Сливки при 92,5— 95°С	58,8	-	92,2±2,1	21,8 ± 0,6
Высокожирные сливки (при 65 °С)				
до нормализации	19,3	2,0±0,22	86,3±2,5	38,2 ± 37,5
после нормализации				
сливками	24,2	2,56±0,24	87,1±2,9	258,4±34,7
пахтой	24,2	2,55±0,24	87,9±4,2	240,5±38,7
обезжиренным молоком	24,2	2,39±0,23	89,4±4,1	206,7±32,7
водой	24,2	91,5±3,7	2,17±0,29	187,1±27,8
Высокожирные сливки, полученные с заданным содержанием влаги	24,2	2,6±0,21	86,9±2,3	292,1 ±33,2

Возможны случаи, когда высокожирные сливки необходимо нормализовать по двум из трех указанных показателей: влаге и СОМО либо жиру и СОМО. На предприятиях, как правило, практикуют нормализацию высокожирных сливок по влаге, реже по СОМО. При нормализации высокожирных сливок необходимо знать их объем, массовую долю влаги и СОМО, которые определяют аналитически и по ним рассчитывают количество жира.

Для нормализации по влаге используют пахту, цельное и обезжиренное -молоко, сливки 30—35%-ной жирности или топленое масло и при пониженном либо повышенном содержании влаги соответственно. В заводской практике чаще используют пахту и сливки, определяя их количество по специальным таблицам, которые приведены в технологических инструкциях.

При нормализации по СОМО используют сгущенное (сухое) обезжиренное молоко либо пахту, которые предварительно

восстанавливают в натуральном обезжиренном молоке или пахте. Расчетные формулы приведены ниже.

При нормализации влагой

$$M_{вл} = \frac{M_{ес} H_e K_n}{100} M, \quad (1)$$

при нормализации жиром

$$M_{ж} = \frac{M_{ес} (B_{ес1} - B_{ес2})}{100} \frac{100}{B_{мс} - B_{ж}} \quad (2)$$

при нормализации СОМО

$$M_{сом} = \frac{M_{ес} (C_{мен} - C_{мсф})}{C_{сом} - C_{мен}} \quad (3)$$

где $M_{вл}$, $M_{ж}$, $M_{сом}$ — требуемое для нормализации высокожирных сливок количество

влаги, топленого масла, СОМО, кг; $M_{вс}$ — масса нормализуемых высокожирных сливок, кг; $B_{вс1}$, $B_{вс2}$ — массовая доля влаги в высокожирных сливках до и после нормализации, %; $B_{мс}$ — массовая доля влаги в вырабатываемом масле, %; $C_{мен}$, $C_{мсф}$ — нормативное и фактическое содержание СОМО в масле, %; $C_{сом}$ — массовая доля СОМО в сгущенном (сухом) обезжиренном молоке (пахте), используемых для нормализации, %; K_n — коэффициент нормализации, определяющий массу пахты (сливок), которую требуется добавить на каждые 100 кг высокожирных сливок для повышения в них влаги на 1%. Коэффициент определяют по формуле

$$K_n = \frac{100}{B_{\text{нн}} - B_{\text{мс}}},$$

где Вин — массовая доля влаги в используемом для нормализации ингредиенте, %; Нв — недостающее количество влаги в нормализуемых высокожирных сливках (%), определяется как разность между нормативным содержанием влаги в масле и высокожирных сливках

$$H_e = B_{\text{мс}} - B_{\text{св2}} - C_e$$

где Св — поправка на неполное испарение влаги в процессе лабораторного анализа высокожирных сливок, %.

В процессе анализа из высокожирных сливок часть влаги, так называемая связанная влага, не испаряется. Количество связанной влаги непостоянно. Оно зависит от химического состава и качества исходных сливок, массовой доли жира и СОМО в высокожирных сливках, химического состава масла, периода года и колеблется от 0,4 до 1,2%.

Величина коэффициентов Кн при нормализации высокожирных сливок пахтой приводится в специальных таблицах.

Нормализация высокожирных сливок влияет на их вязкость, т. е. на устойчивость процесса маслообразования и структурно-механические характеристики вырабатываемого масла. При одинаковом количестве жира и его дисперсном состоянии вязкость высокожирных сливок зависит от содержания в них СОМО, которое предопределяется используемыми ингредиентами нормализации и их количеством. В крестьянском масле, например, при выработке которого высокожирные сливки нормализовали пахтой и сливками, степень восстанавливаемости структуры составила соответственно 38,5 и 42,6%, а твердость 71 и 67 Н/м. В контрольных образцах (без нормализации) аналогичные показатели составили 45% и 65 Н/м. Влияния нормализации на вытекание свободного жидкого жира из монолита и термоустойчивость масла при правильно выбранном режиме работы маслообразователя не установлено. Количество крупных капель влаги в монолите масла при нормализации высокожирных сливок увеличивается (табл. 4).

4. Изменение состава и качества масла (крестьянского) в зависимости от нормализации высокожирных сливок

Вариант нормализации	Массовая доля, %		Консистенция, балл, при температуре		Вкус и запах, балл	Содержание воздуха 10 ⁻⁵ м ³ /кг
	влаги	СОМО	5 °С	20 °С		
Пахтой	25,1	2,47	23,6	24,3	41,6	0,72
Сливками	25,0	2,55	23,7	24,2	41,8	0,48
Без нормализации	25,2	2,60	24,0	24,5	42,0	0,54

Внесение в высокожирные сливки бактериальной закваски и поваренной соли. Методом преобразования высокожирных сливок вырабатывают сладко- и кисломолочное масло (соленое и несоленое). Бактериальную закваску и поваренную соль вносят в высокожирные сливки (в ванну) перед маслообразова-телем. Температура при выработке соленого масла должна быть не ниже 65 °С, при выработке кисломолочного 45—40 °С. Однако для выполнения этой операции эффективнее использовать специальные насосы-дозаторы по типу применяемых в маслоизготовителях непрерывного действия.

П о с о л к а. При выработке соленого масла поселка осуществляется поваренной солью сорта «Экстра». Соль вносят рассеиванием на поверхности горячих высокожирных сливок в количестве 0,8—1%. Предварительно соль прокаливают и просеивают. Расчет потребного количества соли (Мс) ведут по формуле

$$M_c = \frac{M_{\text{св}}C}{100}$$

где Мсв — количество используемых высокожирных сливок, кг; С — потребное количество соли в масле, %.

Внесение бактериальной закваски. Ее вносят в высокожирные сливки после их охлаждения в ваннах либо специальным теплообменнике (до 40—45 °С). Требуемое количество закваски (Мз) определяют по формуле (4), с той лишь разницей,

что вместо K_n определяют K_z —количество закваски (в кг), которое следует добавить на каждые 100 кг высокожирных сливок, чтобы повысить массовую долю в них влаги на 1%.

Приготовление бактериальной закваски изложено в главе 8.

Преобразование высокожирных сливок в масло. Сущность процесса маслообразования заключается в обращении фаз жировой эмульсии типа М/В (масло в воде) в эмульсию В/М (вода в масле) посредством интенсивной термомеханической обработки высокожирных сливок. Высокожирные сливки охлаждаются в результате контакта с охлаждаемой стенкой аппарата при про-давлении их насосом через маслообразователь (Последовательное многократное охлаждение — нагревание (в результате перемешивания) продукта до температуры, превышающей точку отвердевания молочного жира, допускает возможность в течение некоторого времени параллельного протекания процессов разрушения жировой эмульсии и эмульгирования образовавшейся фазы свободного жидкого жира, т. е. одновременного образования и существования прямой и обратной эмульсии — М/В и В/М). При этом происходит интенсивное образование центров кристаллизации, отвердевание значительной части жира, обращение фаз жировой эмульсии и диспергирования образующихся кристаллоагрегатов жира.

При охлаждении высокожирных сливок ниже точки затвердевания молочного жира в первую очередь выкристаллизовываются глицериды, входящие своими длинными углеводородными цепями в состав оболочки жирового шарика. Это изменяет существующее равновесие молекулярных сил в адсорбционно-гидратной оболочке, уменьшая ее устойчивость против разрыва. Изменение агрегатного состояния молочного жира вызывает увеличение вязкости вследствие образования внутри жирового шарика кристаллического каркаса из твердых глицеридов, что ускоряет разрыв оболочки. Следовательно, процесс деэмульгирования у такой полидисперсной системы, как высокожирные сливки, растянут во времени, зависит от температуры и интенсивности механического воздействия. При постоянной температуре степень деэмульгирования жировой эмульсии прямо пропорциональна продолжительности и интенсивности перемешивания. К концу процесса количество деэмульгированного жира достигает 96%.

Интенсивность кристаллизации глицеридов и обращения фаз зависит от температуры охлаждения высокожирных сливок и затрат энергии на механическую обработку продукта. Механическая энергия, приложенная извне, расходуется на преодоление вязкости среды и деформацию жировых шариков.

Процесс маслообразования из высокожирных сливок в маслообразователе условно разделяют на следующие стадии:

охлаждение высокожирных сливок до температуры начала кристаллизации основной массы глицеридов молочного жира (22—23 °С), при этом продукт остается эмульсией жира в плазме молока;

дестабилизация жировой эмульсии и кристаллизация глицеридов при одновременном дальнейшем охлаждении и интенсивном перемешивании продукта начинается при достижении высокожирными сливками температуры 22 °С при содержании в них твердого жира 1,5—2%. Взаимодействие твердых частиц жира вследствие незначительного их количества в продукте отсутствует;

обращение фаз — процесс скоротечный, в доли секунды степень дестабилизации жировой эмульсии достигает 70—80%, скорость охлаждения на этой стадии в несколько раз меньше, чем на первой; пробы продукта на второй стадии быстро затвердевают (5—20 с) и имеют грубую крошливую консистенцию;

образование первичной структуры масла осуществляется в зоне массовой кристаллизации, начинается при содержании в продукте 4—7% твердого жира и степени дестабилизации жировой эмульсии 60—85%; это совпадает с резким увеличением вязкости продукта, указывающим на начало массовой кристаллизации глицеридов; интенсивное механическое перемешивание продукта предупреждает образование крупных кристаллоагрегатов жира и обуславливает равномерное распределение жидкой и твердой фаз жира и всех других структурных компонентов; на данной стадии образуется пространственная структура масла.

Показателями эффективности процесса маслообразования по стадиям являются скорость и температурный диапазон охлаждения — на первой, степень дестабилизации жировой эмульсии — на второй и интенсивность механического воздействия — на третьей стадии.

Особенности процесса маслообразования в аппаратах цилиндрического и пластинчатого типа обуславливаются их конструкцией и параметрами работы.

Маслообразователи цилиндрического типа. Их используют для охлаждения высокожирных сливок при одновременном интенсивном механическом перемешивании кристаллизующейся массы продукта. Параметры термомеханической обработки устанавливают с учетом вида вырабатываемого масла, периода года и состава жира. Температура высокожирных сливок на входе в маслообразователь составляет 60—70 °С, масла на выходе из аппарата 13—15 и 16—17 °С соответственно в осенне-зимний и весенне-летний периоды года. Скорость охлаждения продукта в аппарате составляет ~0,2 °С/с. Продолжительность обработки при производительности 500—550 кг/ч (паспортной) 140—160 и 180—200 с соответственно для весенне-летнего и осенне-зимнего периодов года. Используемый хладоноситель — рассол, имеющий температуру на входе в аппарат —2 ... 3 °С и не выше 0 °С — на выходе.

Показателем правильности выбора режима работы маслообразователя являются консистенция и термоустойчивость масла. В свежеработанном масле (сразу на выходе из аппарата) эти показатели ориентировочно можно прогнозировать по скорости затвердевания монолита и повышению температуры масла в ящике (описано в главе 9).

Для нормальной работы маслообразователя необходимо обеспечить следующие условия: быстрое, равномерное и достаточно глубокое охлаждение высокожирных сливок; постоянную температуру высокожирных сливок и равномерную подачу их в аппарат; безостановочную работу и постоянную производительность аппарата в течение всей выработки; исправное техническое состояние всего оборудования линии: отсутствие подсосов воздуха (на всасывающей линии сливкопровода и в насосе), хорошее прилегание ножей к охлаждающей поверхности цилиндров, постоянное число оборотов вытеснительных барабанов; хорошую циркуляцию хладоносителя (рассол, ледяная вода) в рубашках аппарата и др.

Пластинчатые маслообразователи. В них с учетом особенностей конструкции процесс условно подразделяют на охлаждение высокожирных сливок и механическую обработку кристаллизующейся массы продукта. Контрольными показателями при охлаждении продукта являются удельная затрата мощности (энергии) на перемешивание продукта, температура продукта и скорость охлаждения, а при механической обработке — удельная затрата мощности на механическую обработку кристаллизующейся массы продукта, ее продолжительность и температура масла на выходе из аппарата. Удельная затрата мощности при охлаждении продукта, по данным С. Гуляева-Зайцева, составляет 30—40 Вт/кг в весенне-летний и 60—70 Вт/кг в осенне-зимний периоды года при температуре 13—15 °С [16]. Затраты энергии на механическую обработку продукта составляют 2000—3000 Дж/кг при удельной затрате мощности 20—60 Вт/кг. Функциональную зависимость между удельной затратой мощности на механическую обработку высокожирных сливок (P_l) и предельной продолжительностью ее на процесс первичного структурообразования (T_c) определяют по формуле

$$T_c = 202,6 - 2,94N$$

Температура высокожирных сливок на входе в маслообразователь составляет 70 °С, масла на выходе из аппарата вне зависимости от периода года 16,5—18 °С. В качестве хладоносителя — рассол температурой на входе в аппарат не ниже —10 °С.

Допустимое рабочее давление продукта в аппарате 0,4 МПа. Принципиального различия процессы маслообразования при эксплуатации аппаратов цилиндрического типа и пластинчатых не имеют.

Регулирование работы маслообразователей. Операцию осуществляют в зависимости от времени года и условий кормления коров, модели и технического состояния его маслообразователя. Регулирование работы маслообразователей цилиндрического типа (Т1-ОМ-2Т) заключается в следующем: при мягкой консистенции следует увеличить производительность и повысить температуру масла на выходе из аппарата; в случае получения твердого крошливого масла, наоборот, следует уменьшить производительность маслообразователя и снизить температуру охлаждения.

В первом случае это обуславливает упрочнение структуры, во втором — снижение прочностных характеристик. Консистенция масла в обоих случаях улучшается.

В осенне-зимний период года при высокоплавком молочном жире продолжительность обработки продукта в зоне кристаллизации (Рабочий объем аппарата, где средняя температура продукта ниже отвердевания молочного жира) жира должна быть увеличена по сравнению с весенне-летним периодом на 15—30%. Достигается это снижением производительности маслообразователя или изменением режимов охлаждения и механической обработки. В случае

выработки разновидностей масла с пониженной массовой долей жира производительность маслообразователей иногда снижается на 40—50%.

Регулирование работы пластинчатых маслообразователей (РЗ-ОУА-1000) заключается в следующем: при получении масла с излишне твердой, крошливой и недостаточно связной консистенцией необходимо снизить температуру охлаждения и увеличить частоту вращения мешалки обработника; при получении масла с излишне мягкой консистенцией и низкой термоустойчивостью необходимо повысить температуру продукта на выходе из охладителя и снизить частоту вращения мешалки обработника.

Увеличение частоты вращения мешалки обработника особенно необходимо в осенне-зимний период года.

Фасование и упаковка масла, вырабатываемого методом преобразования высокожирных сливок. Из маслообразователя масло вытекает в виде свободно падающей струи, имеет вязкую, но легкоподвижную консистенцию и хорошо распределяется в ящике. После 2—3 мин выдержки (в состоянии покоя) продукт затвердевает, образуя плотный монолит. Фасование с учетом состояния масла осуществляют наливом в заранее подготовленные ящики, сконвертиро-банные и высланные пергаментом или другим разрешенным упаковочным материалом. При заполнении ящика масло периодически разравнивают лопаткой. Поверхность масла выравнивают специальной линейкой и аккуратно покрывают длинным торцевым концом пергаменты, затем с другой стороны коротким, потом боковыми листами. Крышку картонного ящика закрывают и клеивают специальной клейкой бумажной лентой; крышку деревянного ящика заколачивают досками.

Масло сливочное фасуют монолитами массой 20 и 24 кг (В ГОСТ 37—55 «Масло коровье» предусмотрена фасовка масла сливочного (несоленого, соленого, вологодского) в деревянные бочки вместимостью 47, а любительского — 44 кг. Однако практически данную фасовку не осуществляют), в ящики брикетами массой 15±0,8 г; 20±1,0; 30±1,2; 100±2, 200±3,2; 250±3,5 г и жесткие стаканчики (коробочки) по 100±2 и 250±1,4 г, так называемыми батончиками массой 100±2 и 200±1,6 г, в металлические банки—по 350±3,5 и 2800±140 г. Вологодское масло—дополнительно брусками по 500±5 г и в деревянные бочонки массой по 1000±10 г. Брикетами масло фасуют на заводах-изготовителях, базах и холодильниках, во всех остальных случаях — только на заводах непосредственно в процессе производства.

При фасовании масла брикетами на заводе его предварительно выдерживают в маслокамере при температуре не выше 5 °С (в ящиках или специальных тележках) до отвердевания монолита и стабилизации структуры (не более 24 ч). В случае фасования на базах и холодильниках промышленности масло хранят при минусовых температурах: масло с массовой долей влаги 16 и 20% не более 2 мес. Монолиты крестьянского и бутербродного масла во избежание выпрессовывания плазмы в процессе фасования (брикетами) не следует охлаждать ниже —5 °С. Отепляют монолиты масла перед фасованием (табл. 3.5) при температуре не выше 16 °С.

Бутербродное масло перед фасованием выдерживают в течение 1—2 ч при температуре не выше 20 °С. Если в день выработки масло не фасуют, его хранят в камере при температуре 5—8 °С не более 16—20 ч. Перед фасованием в этом случае масло отепляют в помещении при температуре 10—12 °С и фасуют с использованием гомогенизатора.

5. Температура фасования масла по периодам года

Масло	Температура в период года, °С	
	весенне-летний	осенне-зимний
Сливочное (16% влаги)	11—12	12—14
Любительское	11—12	12—14
Крестьянское	12—14	13—15

Модифицированные методы преобразования высокожирных сливок в масло. В ВНИИМС НПО «Углич» проведены исследования, цель которых—получить методом преобразования высокожирных сливок масло, по характеру структуры и свойствам аналогичное или близкое вырабатываемому методом сбивания сливок (традиционным), чего не удается достигнуть при использовании существующих серийных маслообразователей [7, 8, 9, 10]. При этом можно выделить два направления работ совершенствования процесса преобразования высокожирных сливок в масло: с получением в качестве промежуточного продукта кристаллизата и масляного зерна (рис. 2).

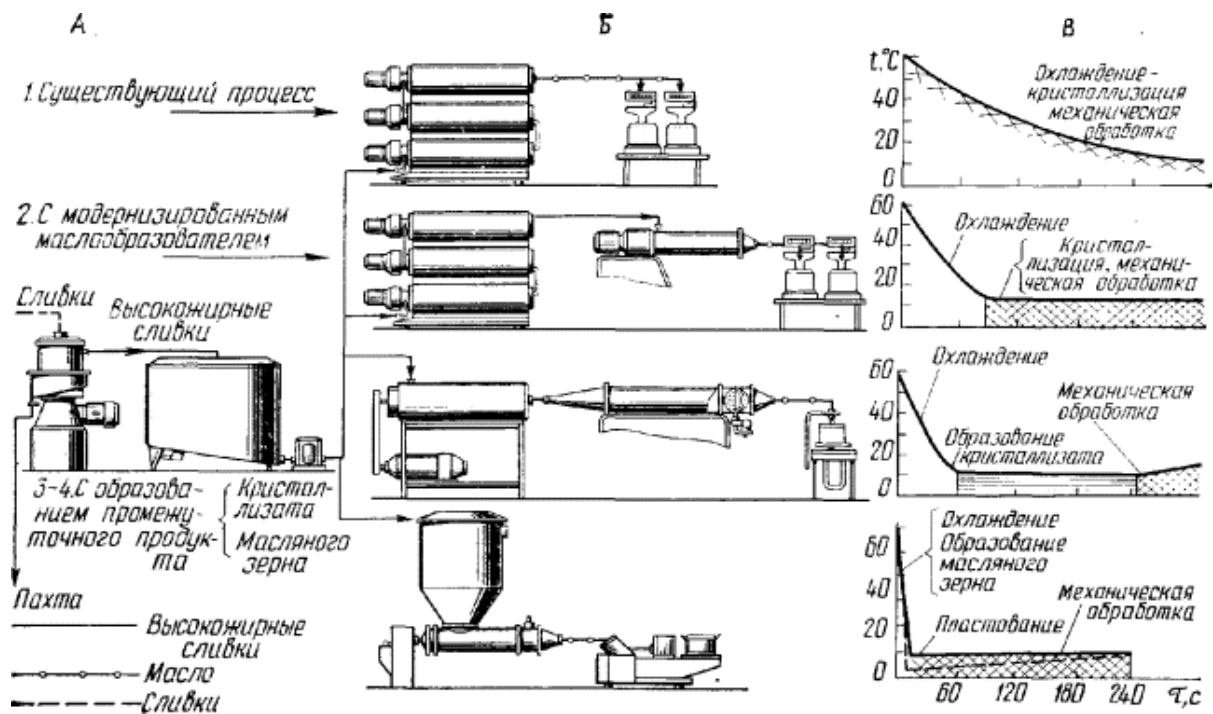


Рис. 2. Схемы аппаратного оформления и температурные характеристики модифицированных методов преобразования высокожирных сливок в масло: А — участок получения высокожирных сливок и их нормализации; Б — участок преобразования высокожирных сливок в масло и их фасования; В — температурные кривые, характеризующие процесс преобразования высокожирных сливок в масло в аппаратах различных конструкций

Процесс маслообразования с получением кристаллизата. Основой процесса является увеличение скорости охлаждения высокожирных сливок до $1,5—2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ (в 5—9 раз по сравнению с серийным маслообразователем) и связанные с этим изменения, требующие нового аппаратного оформления. При этом процесс маслообразования включает следующие стадии: охлаждение высокожирных сливок, образование кристаллизата в качестве промежуточного продукта и его механическую обработку.

Продолжительность образования кристаллизата находится в прямой зависимости от скорости и в обратной—от температуры охлаждения высокожирных сливок. При охлаждении высокожирных сливок до $12—15\text{ }^{\circ}\text{C}$ со скоростью около $2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ продолжительность формирования кристаллизата составляет около 160 с. Энергия, затрачиваемая на механическую обработку кристаллизата, в основном расходуется на разрушение структуры, образовавшейся на промежуточной стадии, и равномерное перераспределение жидкого и твердого жира, газовой фазы, СОМО. Структура и потребительские показатели вырабатываемого при этом масла занимают промежуточное положение между продуктом, получаемым методом преобразования высокожирных сливок в существующих маслообразователях, и продуктом, полученным традиционным методом сбивания сливок.

Процесс маслообразования с получением масляного зерна. Обеспечивает выработку масла, по характеру структуры и свойствам близкого к получаемому сбиванием сливок. Основа процесса — практически мгновенное охлаждение высокожирных сливок (со скоростью около $50\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$) в статическом состоянии, благодаря чему кристаллизация глицеридов осуществляется в отдельных жировых шариках. Горячие высокожирные сливки в виде мелких частиц распыляются в низкотемпературном поле, образованном испарением в изолированной емкости (жидкого азота или углекислоты), и практически мгновенно и равномерно по всему объему охлаждаются до температуры, при которой выкристаллизовывается 30—40% глицеридов. При этом жировые шарики превращаются в твердые комочки со сложной структурой (при одновременной инкапсуляции веществ оболочки жировых шариков), что приводит к необратимому разрушению жировой эмульсии.

При режиме охлаждения $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже частицы высокожирных сливок во взвешенном состоянии затвердевают, образуя упругие твердые комочки, напоминающие по внешнему виду масляное зерно, получаемое в результате сбивания сливок традиционным методом. В случае охлаждения высокожирных сливок в условиях разрежения и среде паров азота получают так называемое сухое масляное зерно, а при охлаждении в жидкой среде—смесь масляного зерна с охлаждаемой жидкостью.

Процесс получения масляного зерна при вакуум-охлаждении основан на распылении высокожирных сливок (форсунками) в вакуум-камере и интенсивном испарении из них до 6—8% влаги. Скорость и степень охлаждения при

этом регулируются величиной разрежения в камере; рабочее давление составляет около 6—11-133,3 Па. Устойчивость процесса зависит от состава и свойств высокожирных сливок, градиента температуры и величины разрежения, скорости удаления паров и несконденсированных газов и др.

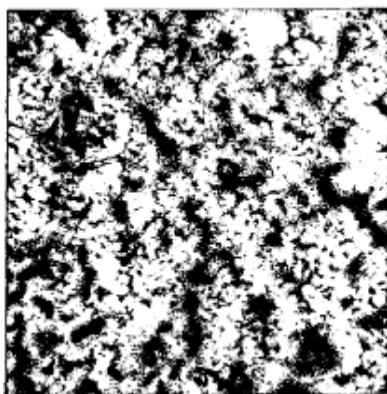
Равномерное и мгновенное охлаждение частиц высокожирных сливок (в условиях разрежения) с 70—80 до 14—10 °С обуславливает быстрое затвердевание (~30%) жира, способствуя этим закреплению адсорбционно-гидрат-ных оболочек на полуразрушенных жировых шариках. Охлаждаясь, образуемые агрегаты приобретают упругость. Соединяясь, частицы образуют конгломераты, состоящие в основном из полуразрушенных жировых шариков. Посредством механического воздействия масляное зерно уплотняют в монолит и пластифицируют. Упрочнение структуры при этом осуществляется преимущественно в результате тиксотропных уплотнений структурных элементов.

Процесс получения масляного зерна из высокожирных сливок при охлаждении их в среде паров азота по аппаратному оформлению принципиально не отличается от вышеизложенного (с использованием разрежения). Однако охлаждение частиц продукта при этом осуществляется вследствие их контакта с холодным потоком паров, применяемого газа (азот и др.). Вся система находится под небольшим избыточным давлением до 0,049 МПа. Перенос влаги практически отсутствует, что исключает потери ароматизаторов масла. Высокожирные сливки подаются в камеру под давлением, а распыляются с помощью пневматических форсунок. Масляное зерно образуется при условии охлаждения высокожирных сливок от 50—60 до 15 °С и ниже (оптимум 10—12°С).

6. Характеристика масляного зерна из высокожирных сливок

Масляное зерно (получаемое)	Степень деэмульгирования жира, %	Массовая доля		Количество твердого жира, %	Массовая доля жира в плазме, %
		СОМО, %	газовой фазы, 10-5 м ³ /кг		
При сбивании сливок в маслоизготовителе непрерывного действия (контроль)	99,7-99,9	1,2—1,53	7,9	34,8	1,6-2,8
При охлаждении высокожирных сливок					
в условиях разрежения	99,5-99,8	1,83—2,34	0,2—0,3	38—39	3,55
в среде азота	99,6-99,8	1,62—1,73	5—8	40,0	1,84

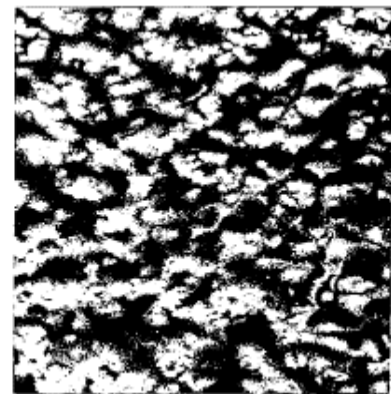
При контакте частиц высокожирных сливок с охлаждающим полем быстро охлаждаются их периферийные слои и происходит частичное разрушение адсорбционных оболочек жировых шариков, что способствует их слипанию. При этом образование масляного зерна можно рассматривать как коагуляцию дисперсных частиц высокожирных сливок в движущихся средах. Получаемое масляное зерно состоит из агломерированных частиц сферической формы с замкнутой поверхностью. Свойства его зависят от строения агломератов, их внутренней структуры, характера связи между отдельными частицами и их количества в агломерате, формы и размера частиц. Последующая обработка масляного зерна заключается в уплотнении их в монолит и пластификации посредством механического воздействия в обработниках, которые имеют конструкцию, практически аналогичную конструкции обработников, применяемых в серийных маслоизготовителях непрерывного действия.



а



б



в

Рис. 3. Масляное зерно, полученное при охлаждении высокожирных сливок: с — в условиях разрежения; б — в среде паров азота; в — при сбивании сливок в маслоизготовителе периодического действия (контроль) Процесс получения масляного зерна из высокожирных сливок при охлаждении их в жидкой среде осуществляется посредством дозированного впрыска их в предварительно охлажденную пахту.

Характеристика масляного зерна из высокожирных сливок (массовая доля влаги 16%) в сравнении с полученным методом сбивания сливок 36—42%-ной жирности приведена в табл. 3.6.

Образцы масляного зерна (рис. 3) хорошо сопоставимы по всем сравниваемым показателям, что объективно характеризует общность процесса и особенности его температурных режимов. Все сравниваемые образцы масляного зерна обладают достаточной упругостью, хорошо уплотняются в пласт и пластифицируются посредством механического воздействия.

Получаемое при этом масло по структуре и потребительным показателям близко к вырабатываемому традиционным методом. Оно также хорошо фасуется в свежем виде. Все три метода получения масляного зерна из высокожирных сливок вполне доступны для использования в заводских условиях.

ПРОИЗВОДСТВО СЛИВОЧНОГО МАСЛА МЕТОДОМ СБИВАНИЯ СЛИВОК

Получение масла из сливок (Массовая доля жира в используемых сливках от 32 до 55%, в том числе при эксплуатации маслоизготовителей периодического действия 32—37% и от 36—45 до 55% — для непрерывнодействующих), представляющих стойкую жировую эмульсию, — сложный физико-химический процесс. Основой технологии является выделение из сливок жировой фазы (сбиванием) и превращение образовавшегося масляного зерна (концентрированной суспензоэмульсии, состоящей из разрушенных и полуразрушенных жировых шариков и их агрегатов) 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 (охлаждению до температуры массовой кристаллизации глицеридов и выдержке). Сбивают сливки и обрабатывают масляное зерно механическим воздействием при определенном температурном режиме.

Для выработки масла данным методом используют маслоизготовители периодического и непрерывного действия. С учетом конструктивных особенностей маслоизготовителей режимы технологического процесса различаются. 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 методом сбивания сливок выполняется по следующей технологической схеме: приемка и сортировка молока 1а заводе; подогревание, сепарирование молока и получение сливок; тепловая и вакуумная обработка сливок; резервирование и физическое созревание сливок; биологическое сквашивание сливок (при производстве кисломолочного масла); сбивание сливок (промывка масляного и поселка зерна—при необходимости); механическая обработка масляного зерна и масла; фасование и упаковка масла; хранение масла на заводе (рис. 4).

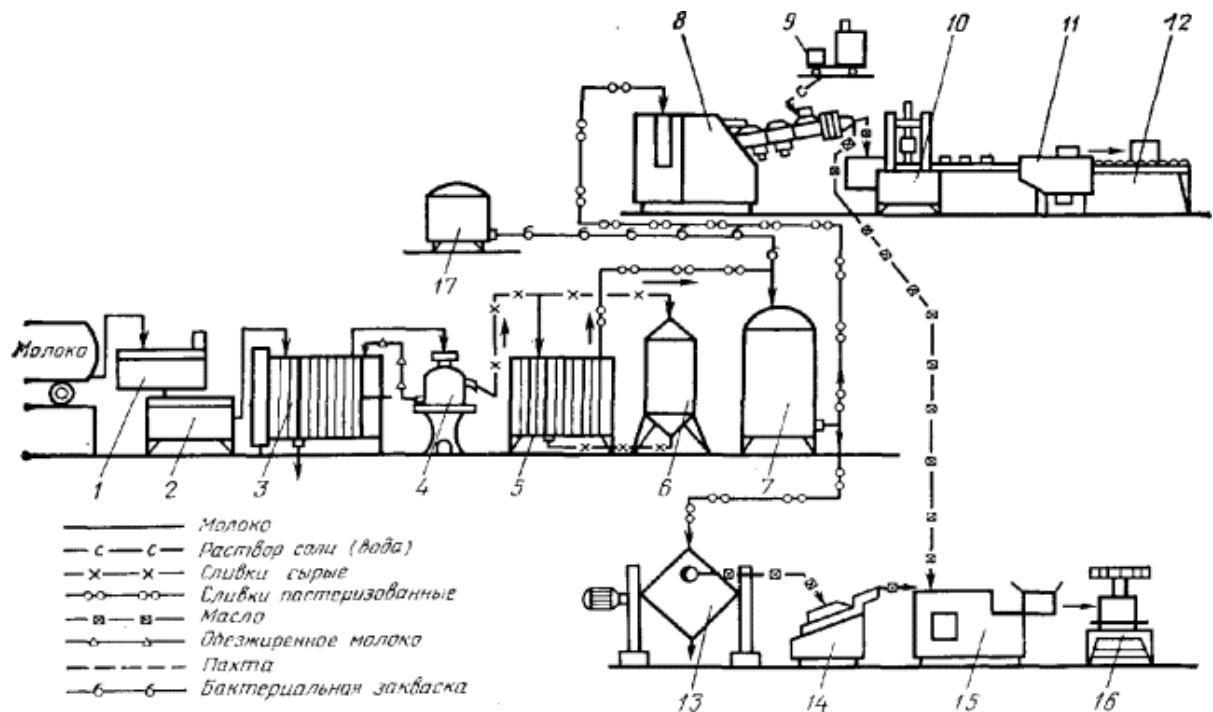


Рис. 4. Схема технологического процесса производства сливочного масла методом сбивания сливок (с массовой долей жира 32—45%): 1 — весы; 2 — приемная ванна; 3 — пластинчатый теплообменник; 4 — сепаратор-сливкоотделитель; 5 — пластинчатый пастеризатор-охладитель; 6 — вакуум-дезодоратор; 7 — емкость для созревания сливок; 8 — маслоизготовитель непрерывного действия; 9 — устройство для дозирования воды в масло; 10 — автомат для мелкой фасовки масла; 11 — автомат для укладки брикетов в короба; 12 — устройство для заклеивания коробов с маслом; 13 — маслоизготовитель периодического действия; 14 — гомогенизатор; 15 — машина для фасовки масла в короба массой по 20 кг; 16 — весы для взвешивания коробов с маслом; 17 — заквасочник

Низкотемпературная подготовка сливок к сбиванию (физическое созревание). Цель данной технологической операции — перевести часть молочного жира (не менее 32—35% жира) в твердое состояние. Сливки при этом и эмульсии превращаются в суспензоэмульсию. С появлением внутри жировых шариков кристаллов жира уменьшается прочность связи белковых оболочек с прилегающим к ним жиром. Это вызывает десорбцию некоторой части липо-протеиновых комплексов оболочки в плазму и тем самым снижает устойчивость жировой эмульсии сливок. С увеличением выдержки сливок данное влияние усиливается. Описанное явление служит основой процесса выделения из сливок жировой фазы и получения масляного зерна.

Традиционная (длительная) низкотемпературная подготовка сливок к сбиванию включает два этапа: быстрое охлаждение сливок со скоростью около $2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$ до температуры массовой кристаллизации глицеридов (ниже $8\text{ }^{\circ}\text{C}$) и выдержку их при этой температуре (в течение 5—20 ч). При охлаждении сливок в жировых шариках образуются центры кристаллизации и происходит частичное отвердевание глицеридов (при неблагоприятных для развития посторонней микрофлоры условиях). В процессе длительной выдержки сливок кристаллизация глицеридов в отдельных жировых шариках продолжается. При этом наряду с уменьшением прочности липопротеиновых оболочек жировых шариков происходит образование новых структурных связей между образовавшимися твердыми частицами, частичное выделение из жировых шариков свободного жидкого жира и агрегация жировых шариков.

Изменение свойств сливок при созревании. Готовность сливок к сбиванию характеризуется комплексом показателей, существенно изменяющихся в результате охлаждения пастеризованных сливок до температуры созревания (от 2 до $12\text{ }^{\circ}\text{C}$) и термостатирования их в охлажденном состоянии.

Степень отвердевания жира. Она характеризует количество затвердевшего жира (в %). Зависит от скорости и глубины охлаждения сливок. При охлаждении горячих сливок до температуры 3, 6, 9 и $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ (без выдержки) в них соответственно отвердевает 33,4; 26,6; 19,5 и 15,2% жира. Количество твердого жира, необходимое для устойчивого сбивания сливок и получения масляного зерна (32—35%) при охлаждении до температуры 3— $12\text{ }^{\circ}\text{C}$, достигается сразу в процессе охлаждения сливок до $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ и соответственно после 45—60, 90—120, 180—200 мин термостатирования [III]. После 15—30 мин выдержки охлажденных сливок в них отвердевает до 50% жира, способного кристаллизоваться при данной температуре. При снижении йодного числа молочного жира продолжительность кристаллизации глицеридов до установления равновесного состояния между жидким и твердым жиром сокращается и выкристаллизовывается больше твердого жира. Такое же явление наблюдается при снижении в сливках содержания

жира и увеличении количества крупных жировых шариков, при понижении температуры и увеличении скорости охлаждения сливок.

Вязкость сливок. В процессе выдержки сливок при температуре созревания их вязкость повышается. При снижении конечной температуры охлаждения сливок с 12 до 3°С их вязкость повышается с 19,6 до 35, 10⁻³ Па·с, т. е. почти в 2 раза. Вязкость сливок после 20 ч выдержки по сравнению с начальной увеличивается при 3 и 6°С соответственно на 9 10⁻³ и 13 10⁻³ Па·с, а при 9 и 12°С соответственно на 8 10⁻³ и 7 10⁻³ Па·с.

Температура охлаждения сливок 30—42%-ной жирности в интервале 5 — 20 °С в первые 30 мин не оказывает влияния на их вязкость, затем вследствие формирования структурных связей происходит ее нарастание. Зависимость вязкости сливок (созревавших в течение 16—18 ч) от содержания в них жира выражается в виде ветви параболы, описываемой уравнением типа

$$\eta = a \cdot \text{ж}^2 + c$$

где a —коэффициент, установленный эмпирически; ж —жирность сливок, %; c —вязкость созревшего в условиях опыта обезжиренного молока или пахты, Па·с.

Изменение вязкости сливок от степени их биологического сквашивания также имеет нелинейный характер. Критические точки вязкости сливок находятся в зоне кислотности сливок 32—36 °Т, что соответствует кислотности плазмы 57—60°Т (рН 5,1—5,5).

Дисперсность жировой фазы. В процессе подготовки сливок к сбиванию данный показатель заметно изменяется. При охлаждении сливок до конечной температуры 12, 9, 6 и 3°С средний размер частиц жира соответственно составляет 5,06; 5,10; 5,11 и 6,99 мкм. Основное влияние на дисперсность жировой фазы сливок оказывает глубина охлаждения.

Устойчивость жировой эмульсии сливок. С понижением температуры созревания и увеличением длительности данный показатель снижается. Это приводит к увеличению количества деэмульгированного жира в сливках и степени дестабилизации жировой эмульсии. Количество деэмульгированного жира в сливках 32%-ной жирности при выдержке их 16 ч при 5, 10, 15 и 20 °С соответственно увеличивается на 11,3; 8,4; 7,5 и 2,4%. Причинами снижения устойчивости жировой эмульсии являются кристаллизация глицеридов внутри жировых шариков и связанные с этим изменения структуры и химического состава оболочек жировых шариков.

Отвердевание глицеридов, уменьшение устойчивости жировой эмульсии сливок и формирование в них структурных связей ускоряется в результате механического воздействия при использовании специальных аппаратов — сливоподготовителей.

Режимы физического созревания сливок. Их подбирают в соответствии с химическим составом и свойствами молочного жира, которые зависят от периода года, условий кормления животных и других факторов. Применяют традиционные (длительные) режимы созревания сливок и ускоренные.

Традиционные (длительные) режимы физического созревания сливок. В промышленности применяют одно- и многоступенчатые режимы физического созревания сливок.

При выработке сладкосливочного масла с массовой долей влаги 16% основными параметрами одноступенчатого режима являются: температура охлаждения 4—6°С в весенне-летний и 5—7 °С в осенне-зимний периоды года и продолжительность выдержки не менее 5 и 7 ч соответственно. На практике продолжительность выдержки сливок составляет 15—20 ч.

Одноступенчатые режимы созревания сливок по сравнению с многоступенчатыми более простые и менее трудоемкие. Однако они не всегда обеспечивают должное протекание и завершение фазовых превращений молочного жира в жировых шариках сливок. При сравнительно повышенных температурах физического созревания сливок не достигается достаточная степень отвердевания жира, а при пониженных—оптимальное соотношение легкоплавких и тугоплавких групп глицеридов. Применением одноступенчатого режима трудно регулировать фазовый состав отвердевшего жира.

Для регулирования структуры и консистенции масла применяют дифференцированные многоступенчатые температурные режимы традиционной (длительной) подготовки сливок к сбиванию, учитывающие химический состав и

свойства молочного жира. В весенне-летний период года (йодное число молочного жира выше 39) пастеризованные горячие сливки охлаждают до 13—15 °С, выдерживают не менее 3 ч, затем быстро доохлаждают до 4—6 °С и выдерживают при этой температуре не менее 3 ч. В осенне-зимний период года (йодное число молочного жира ниже 39) сливки быстро охлаждают до 5—7 °С, выдерживают не менее 3 ч, затем медленно с перемешиванием подогревают до 13—15 °С и при этой температуре выдерживают не менее 3 ч.

Использование дифференцированных температурных режимов физического созревания сливок направлено на повышение механической прочности масла в весенне-летний период года и снижение этого показателя в осенне-зимний период. В обоих случаях это обеспечивает улучшение пластичности и термоустойчивости вырабатываемого масла и нормативное содержание жира в пахте.

Ускоренный режим низкотемпературной подготовки сливок к сбиванию. Он направлен на сокращение продолжительности процесса, снижение энергозатрат, повышение степени механизации и автоматизации производства. Основой режима является интенсификация отвердевания глицеридов в жировых шариках сливок, формирование структурных связей в них и снижение устойчивости жировой эмульсии сливок путем сочетания механического и температурного воздействия.

Возможность ускоренной подготовки сливок к сбиванию впервые экспериментально доказана В. Сириком в 1936 г. В настоящее время наиболее перспективные конструкции сливокообработчиков созданы в Литовском филиале ВНИИМСа (дискового типа) и Ленинградском технологическом институте холодильной промышленности (с перемешивающей мешалкой).

Биологическое сквашивание сливок при производстве кисломолочного масла. Сущность биологического созревания (сбраживания) сливок заключается в ферментации находящейся в сливках лактозы с помощью молочнокислых бактерий. В результате этого в сливках накапливаются комплекс ароматических веществ и молочная кислота, обуславливающие образование в масле специфического аромата и приятного кисломолочного вкуса. Молочная кислота, кроме того, оказывает консервирующее действие — подавляет развитие гнилостных бактерий, чувствительных к кислой реакции.

Степень сквашивания сливок устанавливают в зависимости от условий производства, последующего хранения масла, требований потребителя. При излишне высокой концентрации молочной кислоты жизнедеятельность молочнокислых бактерий может быть подавлена, а обладающие высокой кислотоустойчивостью дрожжи и плесени будут развиваться, что крайне нежелательно. Кроме того, при сквашивании сливок до 85—90 °Т в плазме могут активизироваться химические процессы порчи жира.

При выработке кисломолочного масла используют гомоферментативные молочнокислые бактерии, образующие в основном молочную кислоту, а также гетероферментативные аро.матообразующие бактерии, которые, кроме молочной кислоты, в значительных количествах образуют другие продукты брожения — уксусную и пропионовую кислоты, диацетил, этилуксусный эфир и др.

В большой степени выраженность вкуса и запаха в кисломолочном масле регулируют использованием заквасок с заданным соотношением аромат- и кислотообразующих штаммов бактерий. Приготовление бактериальной закваски описано в главе 8.

Существует два метода сквашивания сливок — длительное и краткое.

Длительное сквашивание сливок. При нем в сливки вносят 2—5% закваски, приготовленной на чистых молочнокислых культурах, которые, развиваясь при повышенной температуре, образуют требуемое количество молочной кислоты и ароматических веществ. При этом методе сквашивания сливок выделяют два периода. Вначале устанавливают параметры, обеспечивающие интенсивное протекание биологических процессов и накопление веществ, обуславливающих образование в масле специфического кисломолочного вкуса и запаха. Затем следует низкотемпературная обработка (физическое созревание) сквашенных сливок. С учетом изложенного горячие сливки сначала охлаждают от температуры пастеризации до 16—20 °С, вносят 2—5% закваски и выдерживают при этой температуре в течение 4—6 ч. Затем сливки охлаждают до 4—6 °С в весенне-летний и 5—7 °С в осенне-зимний периоды года, выдерживая их при этом в течение соответственно 5 и 7 ч. Общая продолжительность подготовки сливок к сбиванию составляет 15—17 ч. Такой режим целесообразен при переработке сливок с повышенной исходной бактериальной обсемененностью, так как он ускоряет развитие молочнокислых бактерий, подавляющих постороннюю микрофлору.

В промышленности распространен метод сквашивания сливок при средних температурах (14—17 °С). Количество вносимой при этом бактериальной закваски составляет 5—7%, продолжительность сквашивания 12—16 ч. Метод обеспечивает повышенную по сравнению с температурой 16—20 °С степень отвердевания жира и получение масла с хорошими вкусом, запахом и консистенцией.

Биологическое сквашивание сливок при пониженной температуре (10—12 °С) упрощает процесс, однако чрезмерно увеличивает выдержку и требует значительных количеств закваски (10% и больше). Закваску при этом вносят в два приема — перед физическим созреванием сливок (при температуре ниже 8 °С) и непосредственно перед их сбиванием.

Для улучшения вкуса, запаха и консистенции кисломолочного масла эффективным является применение дифференцированных температурных режимов сквашивания сливок, учитывающих сезонные изменения в химическом составе и свойствах молочного жира.

В весенне-летний период года пастеризованные (горячие) сливки охлаждают до 16—20 °С и вносят 2—5% закваски, выдерживают не менее 4—6 ч при периодическом перемешивании (2—3 перемешивания по 3—5 мин). Затем сквашенные сливки охлаждают до 4—6 °С и выдерживают при этой температуре 3 ч с периодическим перемешиванием их 3—5 раз по 3—5 мин. В зависимости от температуры окружающей среды возможно медленное (в течение 8—12 ч) так называемое самонагревание охлажденных сливок до температуры сбивания.

В осенне-зимний период года пастеризованные горячие сливки быстро охлаждают до 5—7 °С, вносят 1—1,5% закваски, выдерживают 2—3 ч при периодическом перемешивании (2—3 перемешивания по 3—5 мин). Затем сливки медленно (в течение 1 ч) подогревают до 16—20 °С, при постоянном перемешивании вносят в них еще 2—3,5% закваски и выдерживают для сквашивания не менее 4—6 ч. Всю закваску (2—5%) можно сразу вносить в охлажденные после пастеризации сливки.

Температура подогревающей воды при использовании дифференцированных температурных режимов подготовки сливок к сбиванию не должна превышать 27 °С. Желательно, чтобы она превышала конечную температуру подогрева сливок не более чем на 5—7 °С.

Краткое сквашивание сливок. При нем закваску вносят в сливки после физического созревания в таком количестве, чтобы сразу достигнуть требуемой кислотности. Расчет ведут по формуле

$$M_3 = \frac{M_{сл} (K_{сл/т} - K_{сл/ф})}{K_3 - K_{сл/т}}$$

где M_3 и $M_{сл}$ — количество закваски и сливок, кг; K_3 , $K_{сл/ф}$, $K_{сл/т}$ — кислотность закваски и сливок фактическая и требуемая, °Т.

После внесения закваски сливки выдерживают (не менее 30 мин) для накопления ароматических веществ. Однако основное количество этих веществ вносится с закваской. Выработываемое данным методом кисломолочное масло характеризуется слабо выраженными вкусом и запахом.

Метод отдельной подготовки сливок. Метод (предложен А. Дуденковым в 1950 г.) заключается в том, что биологическому сквашиванию подвергают только часть сливок, используемых затем в качестве закваски для остальных, которые подвергают традиционному длительному физическому созреванию. После этого сливки смешивают. В данном случае возможны варианты, допускающие различное сочетание биохимического сквашивания и физического созревания сливок во времени.

Литовским филиалом ВНИИМСа разработан модифицированный метод отдельного сквашивания и смешивания сливок различной кислотности и вязкости, позволяющий ускорить созревание сливок и снизить производственные затраты без ухудшения качества масла. При этом методе часть сливок (20—40% объема, предназначенного для сбивания) предварительно сквашивают при 19—20 °С в течение 14—18 ч до кислотности плазмы 90—120 °Т. Количество используемой закваски 3—5%. Затем сквашенные вязкие сливки смешивают в резервуаре для созревания (ванне) со свежепастеризованными быстро охлажденными до 3—7 °С сливками. Смесь хорошо перемешивают и температуру доводят до температуры сбивания. Для ускорения и улучшения смешения сливок используют поточный сливкосмеситель, предусматривающий вспыскивание (под давлением) сквашенных сливок повышенной вязкости и турбулентного их смешения с охлажденными маловязкими свежими сливками.

Основным показателем биологического созревания сливок, характеризующим степень их сквашивания, независимо от применяемого метода подготовки является кислотность плазмы. Температуру и продолжительность сквашивания регулируют по нарастанию кислотности плазмы сливок ($^{\circ}\text{T}$) с учетом заданной степени сквашивания.

Конечную кислотность сливок $\text{K}_{\text{сл}}$ устанавливают с учетом их жирности по формуле где $\text{K}_{\text{пл}}$ — кислотность плазмы сливок, $^{\circ}\text{T}$; $\text{Ж}_{\text{сл}}$ — содержание жира в сливках, %

Оптимальной для получения кисломолочного масла с выраженным типичным вкусом и ароматом является кислотность плазмы $55\text{—}65^{\circ}\text{T}$. В случае выработки кисломолочного масла для длительного хранения кислотность плазмы сквашенных сливок не должна превышать 50°T . В зависимости от жирности кислотность таких сливок составляет $30\text{—}35\%$. При производстве кисломолочного масла соленого кислотность плазмы сливок не должна превышать 40°T (кислотность сливок $23\text{—}28^{\circ}\text{T}$).

Сбивание сливок и образование масляного зерна. Общая характеристика процесса. Сущность процесса сбивания сливок заключается в агрегации (слипание) содержащихся в них жировых шариков. Процесс происходит под воздействием внешней силы, сопровождается постепенным уменьшением количества жировых шариков и заканчивается образованием масляного зерна. При этом оболочки жировых шариков разрушаются и около $50\text{—}70\%$ их компонентов переходит в пахту. Основу жесткого каркаса образующихся структурных агрегатов масляного зерна составляют связи между частицами твердого жира. Жидкий жир обеспечивает сцепление твердых частиц в результате взаимодействия сил слипания.

Процесс агрегации жировых частиц можно условно разделить на сближение жировых шариков под действием внешней силы без изменения свободной энергии системы и слипание (когезию) в результате преодоления их энергетического и структурно-механического барьеров. Существует много теорий, объясняющих механизм агрегации жировых шариков и образование масляного зерна, что свидетельствует о сложности и многофакторности процесса сбивания сливок.

Сбивание сливок в маслоизготовителях периодического действия (безвальцовых) осуществляется в результате их гравитационного перемешивания. При вращении заполненной на $30\text{—}50\%$ рабочей емкости мас-лоизготовителя сливки сначала поднимаются на определенную высоту, а затем сбрасываются под действием силы тяжести, подвергаясь сильному механическому воздействию. Высота подъема сливок, возникающее давление, характер поверхности жидкости определяются размерами рабочей емкости и частотой ее вращения. Агрегация жировых шариков в основном осуществляется при участии дисперсии воздушных пузырьков. Скорость движения сливок в аппарате $5\text{—}7$ м/с.

В маслоизготовителях непрерывного действия (скорость движения потока сливок $18\text{—}22$ м/с) вследствие резкой интенсификации механического воздействия преобладающей является агрегация жировых шариков свободной поверхности сливок. Это является результатом столкновения жировых шариков, участием выделившейся из них в процессе сбивания жидкой фракции жира, а также особенностями движения сливок в аппарате. Скорость движения лопастей сбивателя обуславливает турбулентное движение потока сливок, разрыв его и аэрацию. При этом наблюдается интенсивное изменение объема и поверхности воздушных пузырьков, содержащихся на всех участках потока сливок в большом количестве, в результате чего он имеет вид кипящего слоя. В результате сбивания сливок образуется масляное зерно, которое после выхода из сбивателя свободно отделяется от пахты.

Процесс образования масляного зерна при сбивании сливок в маслоизготовителе непрерывного действия принципиально не отличается от соответствующего процесса в маслоизготовителях периодического действия и, по-видимому, состоит из тех же основных микропроцессов.

Стадии сбивания сливок. А. Грищенко выделяет три стадии сбивания сливок: образование воздушных пузырьков (I), разрушение дисперсии воздушных пузырьков (II), формирование масляного зерна (III). При сбивании сливок в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия стадии сбивания между собой принципиально не различаются. Скорость агрегации жировых шариков в маслоизготовителе непрерывного действия увеличена в 1000 раз.

Параметры сбивания сливок. Основными параметрами операции являются начальная температура и интенсивность механического воздействия на сливки в процессе сбивания. При сбивании сливок в маслоизготовителях периодического действия важными факторами являются степень заполнения рабочей емкости аппарата и продолжительность сбивания. На образование масляного зерна влияют содержание жира и кислотность сливок (степень сквашивания), химический состав и свойства молочного жира, степень отвердевания глицеридов в жировых шариках сливок.

7. Ориентировочные значения начальной температуры сбивания сливок (°С) по периодам года

Масло	Весенне-летний	Осенне-зимний	Размер масляного зерна, мм
Сладкосливочное (16% влаги) и вологодское, вырабатываемое сбиванием сливок в маслоизготовителях			
Периодического действия	7—12	8—14	3—5
Непрерывнодействующих	7—11	8—13	1—3
Кислосливочное (16% влаги), вырабатываемое сбиванием сливок (в масле изготовителях периодического и непрерывного действия)	7—12	8—14	2—6

Температура сбивания сливок (начальная) — один из основных параметров процесса (табл. 7). Она устанавливается с учетом содержания жира в сливках, режимов их созревания, а также химического состава и свойств молочного жира, изменяющихся по периодам года, вида вырабатываемого масла. Для весенне-летнего периода года температуру сбивания ($T_{сб}$) можно рассчитать по формуле

$$T_{сб} = 0,55 (54,7 - Жсл)$$

где Жсл — содержание жира в сливках, %.

В осенне-зимний период года $T_{сб}$ повышается на 1—1,5°С. Сливки с массовой долей жира менее 32% (низкожирные) и длительно созревшие при пониженной температуре (ниже 6°С) сбивают при повышенной температуре на 1—2 °С, а более жирные и недостаточно созревшие сливки, наоборот, — при пониженной температуре на 1—2 °С. При занижении температуры сбивания увеличивается продолжительность сбивания сливок, что может послужить причиной выработки масла с невыработанной влагой и засаленной консистенцией. Завышение начальной температуры сбивания сливок приводит к увеличению жирности пахты и получению масла с мягкой мажущейся консистенцией.

При сбивании сливок в безвальцовых маслоизготовителях периодического действия начальную температуру сбивания выбирают с таким расчетом, чтобы независимо от формы маслоизготовителя продолжительность процесса не превышала 50—60 мин.

Частота вращения маслоизготовителя периодического действия. Ее устанавливают с таким расчетом, чтобы возникающее при вращении центробежное ускорение ($W^2R = a$) было меньше земного (g). Это обеспечивает подъем сливок и их падение в рабочей емкости масло-изготовителя при сбивании. При этом в потоке сливок возникает градиент скорости и происходит диспергирование воздуха, т. е. создаются условия для выделения жировой фазы и образования масляного зерна. Частоту вращения маслоизготовителя (n) можно определить по формуле (12)

$$n = \frac{0,4}{\sqrt{R}} c^{-1},$$

(12)

где R — радиус рабочей емкости маслоизготовителя, м.

Продолжительность сбивания сливок. Это один из показателей правильности выбора различных факторов (технологических, технических, организационных). Продолжительность сбивания сливок зависит от содержания жира в сливках. С увеличением жирности сливок продолжительность сбивания их сокращается и повышается жирность пахты. При сбивании сливок, содержащих мелкие жировые шарики (характерно для стародойного молока), вследствие уменьшения вероятности их слипания продолжительность сбивания и жирность пахты повышаются. При сбивании гомогенизированных сливок (размер жировых шариков менее 1 мкм) получить масляное зерно не представляется возможным. Продолжительность сбивания также зависит от химического состава и свойств молочного жира. Сбивание сквашенных сливок и сливок, созревших в атмосфере паров азота (по методу ВНИИМСа), способствует сокращению продолжительности сбивания и понижению жирности пахты.

Дезодорация сливок не оказывает заметного влияния на продолжительность сбивания сливок и жирность пахты.

Степень заполнения рабочей емкости маслоизготовителя периодического действия. Она влияет на продолжительность сбивания сливок и жирность пахты. Оптимальная степень заполнения рабочей емкости сливками 40—50% вместимости.

При заполнении рабочей емкости маслоизготовителя более чем на 50% процесс сбивания сливок замедляется вследствие уменьшения пограничной поверхности воздух—сливки. Продолжительность сбивания при этом увеличивается, а жирность пахты повышается. Минимально допустимая степень заполнения 25%. При меньшей загрузке рабочей емкости маслоизготовителя сливки размазываются по стенкам аппарата тонким слоем и вращаются вместе с ним. Сбивания сливок и образования масляного зерна при этом не происходит.

Частота вращения мешалки сбивателя (маслоизготовитель непрерывного действия). Ее устанавливают в зависимости от типа маслоизготовителя (табл. 8), его производительности, периода года (химического состава молочного жира), жирности сливок, вида вырабатываемого масла.

8. Ориентировочные значения частоты вращения мешалки сбивателя при выработке сладкосливочного масла, содержащего 16% влаги

Масло изготовитель	Период года	Температура сбивания сливок, °С	Частота вращения мешалки, с ⁻¹ (об/мин)	Жирность пахты, %	Размер масляного зерна, мм
А1-ОЛО	В. Л.	7-12	16,5-25,0 (990-1500)	0,5-0,9	1-3
	О. З.	8-14	23,3-30,0 (1400-1800)	0,3-0,6	1-3
МБ-1	В. Л.	7-12	15-18 (900-1080)	0,4-0,6	1-3
	О. З.	8-14	16-20 (960-1200)	0,3-0,5	1-3
ФБФЦ/1	В. Л.	7-12	13-15 (780-900)	0,6-1,1	1-3
	О. З.	8-14	15-17 (900-1020)	0,5-0,9	1-3
КМ-1500	В. Л.	7-12	12-14 (720-840)	0,4-0,6	1-3
	О. З.	8-14	13-15 (780-900)	0,3-0,5	1-3
КМ-3000	В. Л.	7-12	10-12 (600-720)	0,3-0,6	1-3
	О. З.	8-14	12-14 (600-840)	0,3-0,5	1-3

В осенне-зимний период года, когда в молочном жире содержится повышенное количество высокоплавких глицеридов (йодное число выше 39), частоту вращения мешалки сбивателя повышают с целью ускорения агрегации жировых шариков. Это способствует сокращению продолжительности сбивания сливок и увеличению производительности маслоизготовителя. С увеличением массовой доли жира в сливках частоту вращения мешалки сбивателя снижают, а производительность маслоизготовителя увеличивают во избежание преждевременного образования масляного зерна. Изменение частоты вращения мешалки сбивателя — один из основных факторов регулирования содержания влаги в масле, который устанавливают опытным путем в зависимости от химического состава жира, а следовательно, периода года.

В осенне-зимний период с увеличением в жире высокоплавких глицеридов частоту вращения мешалки сбивателя повышают, что обуславливает ускорение агрегации жировых шариков и облегчает образование масляного зерна. Посредством изменения частоты вращения мешалки сбивателя также регулируют влагоемкость масляного зерна и, как следствие, содержание влаги в продукте. Изменение частоты вращения мешалки сбивателя — один из основных факторов при выработке разновидностей масла с повышенным содержанием молочной плазмы (крестьянского и бутербродного). Частота вращения мешалки сбивателя зависит также от массовой доли жира в сливках, типа и конструкции сбивателя, производительности. С учетом этого для каждого маслоизготовителя характерна «своя», конкретная для него частота вращения мешалки сбивателя.

С повышением массовой доли жира в сливках существует тенденция снижения частоты вращения мешалки сбивателя во избежание преждевременного образования масляного зерна. Одновременно увеличивается производительность маслоизготовителя.

При изменении частоты вращения мешалки сбивателя на каждые 2,5 с⁻¹ жирность пахты изменяется на 0,05% (табл. 9).

9. Зависимость массовой доли жира в сливках, режимов сбивания и жирности пахты

Массовая доля жира в сливках, %	Температура сливок перед сбиванием, °С	Частота вращения мешалки сбивателя, с ⁻¹ (об/мин)	Жирность пахты, %
36,0	8-9	30,0-31,6 (1800-1900)	0,7
37,0	9-10	28,3-30,0(1700-1800)	0,65
38,0	10-11	26,6-28,3 (1600-1700)	0,60
39,0	11-12	23,3-26,6(1400-1600)	0,55
40,0-41,0	13,0	21,6-23,3(1300-1400)	0,55
42,0	13,0	20,0-21,6(1200-1300)	0,45
43,0	13,0	8,3-20,0 (1100-1200)	0,40

С увеличением массовой доли жира в сливках повышается количество жировых шариков в единице объема, что ускоряет образование масляного зерна. В маслоизготовителе периодического действия сливки с содержанием жира 65% сбиваются в течение 6—8 мин. При сбивании сливок с большим содержанием жира следует получать более крупное масляное зерно, что облегчает регулирование состава масла при последующей обработке. Получаемая при этом пахта характеризуется повышенной жирностью, однако объем ее меньше, поэтому степень использования жира не ухудшается.

Степень отвердевания жира в сливках. Она влияет на продолжительность сбивания, жирность пахты и консистенцию масла. По данным Г. Твердохлеб, значения данного показателя должно составлять 30—35%. Повышение степени отвердевания жира в сливках увеличивает гидрофобизацию жировых шариков, улучшая использование жира. Однако так называемые перезревшие сливки вследствие повышенной вязкости сбиваются дольше. Получаемое при этом мелкое масляное зерно характеризуется повышенной твердостью и пониженной влагоемкостью, что нередко приводит к получению масла с засаленной консистенцией.

Кислотность сливок. Повышение кислотности сливок в результате их биологического сквашивания обуславливает сравнительно большее разрушение оболочек жировых шариков и их агрегацию. Жирность пахты при этом снижается. При переработке чрезмерно кислых сливок (когда рН ниже изоэлектрической точки белков) продолжительность их сбивания удлиняется, а жирность пахты повышается.

Эффективность процесса сбивания сливок. Ее оценивают по качеству получаемого масляного зерна (размер, упругость, влагоемкость), степени использования молочного жира, показателям структуры и консистенции готового масла. Оптимальные размеры масляного зерна 1—5 мм, но возможны отклонения в сторону увеличения, что обуславливается конструкцией маслоизготовителя, химическим составом молочного жира, режимом подготовки сливок к сбиванию. Масляное зерно должно быть упругим, правильной формы и достаточно влагоемким.

При эксплуатации непрерывнодействующих маслоизготовителей в зависимости от химического состава молочного жира и сливок и режима подготовки сливок к сбиванию параметры работы подбирают с таким расчетом, чтобы размеры масляного зерна на переходе в обработчик составляли соответственно 1—10 и 1—3 мм в случае использования аппаратов с разделительными цилиндрами (КМ, ФБЦ/1 и др.) и без него (А1-ОЛО и др.).

По некоторым данным (Д. Качараускис), наблюдается тенденция к увеличению размеров масляного зерна при повышении в сливках свободного жира, снижении степени его отвердевания, что обусловлено применяемым режимом подготовки сливок к сбиванию при повышении количества ненасыщенных жирных кислот в молочном жире.

Влияние конструкции маслоизготовителя на размер масляного зерна показано в табл. 7.

Степень использования жира исходных сливок при образовании масляного зерна рассчитывают по формуле

$$C_m = \frac{X_{mc}(X_{cl} - X_{nk})}{X_{cl}(X_{mc} - X_{nk})} (100 - II),$$

где Жмс, Жсл, Жпх — массовая доля жира в масле, сливках, пахте, %; Л — нормы потери жира, %.

По действующим нормативам Жпх не должна превышать 0,4% при сбивании сливок в маслоизготовителях периодического действия и 0,7% при сбивании сливок в маслоизготовителях непрерывного действия.

Промывка масляного зерна. При выработке масла из высококачественных сливок, строгом соблюдении требований технологии и санитарии производства масляное зерно не промывают. Это улучшает выраженность вкуса и запаха масла и повышает содержание в нем СОМО на 0,2—0,4%. Степень использования сырья благодаря этому улучшается. При высокой дисперсности плазмы в масле число стерильных капель в 100 раз превышает количество бактериальных клеток. Поэтому исключение промывки масляного зерна не опасно для стойкости масла с высокодиспергированной плазмой.

В случае использования сливок с выраженными кормовыми привкусами и запахами, концентрирующимися в плазме, промывка масляного зерна необходима. Промывка масляного зерна — операция многоцелевая. Кроме удаления части нежелательных веществ, промывка оказывает влияние на упруго-вязкие свойства и соответственно слипаемость масляного зерна, эффективность его механической обработки и консистенцию готового масла.

Промывкой можно удалить из масляного зерна до 50% содержащейся в плазме лактозы и 15—27% белка. Вымываются водорастворимые вещества, содержащиеся в поверхностных каплях плазмы. Степень удаления плазмы зависит от размеров масляного зерна и его консистенции. Из крупного масляного зерна с мягкой консистенцией плазма удаляется труднее, чем из мелкого, однородного, твердого.

Вода, применяемая для промывки масляного зерна, должна соответствовать требованиям, предъявляемым к питьевой воде.

Промывка масляного зерна при эксплуатации маслоизготовителей периодического действия способствует повышению напряжения сдвига масла с 0,81 до 0,91-104 Па (при 15 °С) и сопротивления разрезания с 1,04 до 1,37-104 Па.

Механическая обработка масляного зерна и масла. Сущность данной операции заключается в формировании из разрозненных агрегатов масляного зерна монолита масла, равномерном распределении компонентов и пластификации продукта. Это влияет на вкус масла, его консистенцию, стойкость в хранении, товарные показатели.

Эффективность обработки масляного зерна во многом зависит от его структуры, состава и свойств. Масляное зерно может иметь компактную структуру отдельных агрегатов правильной формы с плотной поверхностью или рыхлую с неровной поверхностью — соответственно при использовании маслоизготовителей периодического и непрерывного действия.

Структура и размеры масляного зерна влияют на его влагоудерживающую способность, формирование монолита и характер структуры масла. Мелкое зерно способствует вработке поверхностной влаги, а крупное — удерживает влагу, находящуюся внутри отдельных его агрегатов.

Условия промывки масляного зерна определяются конструкцией маслоизготовителя. В непрерывнодействующих аппаратах без разделительных цилиндров (типа А1-ОЛО) промывка осуществляется дважды: масляного зерна — в первой шнековой камере и подпрессованного пласта — во второй. Расход воды составляет 1,5 м³/ч, температура 0—5 °С, давление 0,49—0,73 МПа.

В аппаратах с разделительным цилиндром (типа КМ, ФБФЦ/1 и др.) масляное зерно промывают в разделительном цилиндре. Расход воды составляет 2,5—3,5 м³/ч, температура 5—8 °С.

В маслоизготовителях периодического действия масляное зерно промывают орошением и последующим активным перемешиванием водой температурой на 2—3 °С ниже температуры пахты.

При промывке мягкого масляного зерна температура промывной воды понижается дополнительно на 1—2 °С. Грубое, твердое масляное зерно промывают водой на 1—2 °С выше температуры пахты.

При механической обработке масла одновременно происходят диспергирование и коалесценция капель плазмы (дробление и соединение). Механическую обработку начинают сразу после слива (отжатия) пахты или промывной воды.

Способы механической обработки. Масляное зерно обрабатывают в маслоизготовителях различных конструкций. В аппаратах периодического действия механическая обработка осуществляется вальцами либо посредством многократных ударов комков масла соответственно в вальцовых и безвальцовых. В непрерывнодействующих маслоизготовителях масляное зерно подвергают экструзионной обработке с помощью шнеков, которыми оно продавливается через специальное устройство, состоящее из металлических решеток и мешалок. При этом происходит спрессовывание масляного зерна, гомогенизация, уплотнение монолита и его пластификация. В процессе спрессовывания шнеками из масляного зерна удаляется пахта. При гомогенизации происходит диспергирование плазмы и равномерное распределение компонентов. Уплотнение монолита масла осуществляется в конической насадке.

По энергетическим затратам и степени дисперсности плазмы в масле наиболее выгодными являются скорость экструзии от $1 \cdot 10^{-2}$ до $8 \cdot 10^{-2}$ м/с и отверстия решеток обработчика диаметром от $5 \cdot 10^{-3}$ до $2,5 \cdot 10^{-3}$ м. При увеличении скорости экструзии в 2 раза (до $16 \cdot 10^{-2}$ м/с) мощность, затрачиваемая на обработку масла, возрастает в 3 раза.

Процесс механической обработки масляного зерна условно делят на следующие стадии:

формирование пласта масла из разрозненных масляных зерен и удаление из них поверхностной влаги;

отжим и диспергирование крупных капель влаги, ее капсулирование, усреднение состава компонентов;

стандартизация состава, равномерное распределение структурных элементов, пластификация монолита.

Показателем завершенности процесса механической обработки является степень дисперсности капель плазмы, характеризующая удельную поверхность плазмы на границе соприкосновения ее с жиром (предложено А. Титовым). Для масла, выработанного в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия, указанный показатель соответственно составляет 1,37 и $1,28 \text{ м}^2/\text{см}^3$. В заводской практике завершенность обработки масла определяют с помощью индикаторных бумажек. Процесс заканчивают при достижении в монолите I—II классов дисперсности влаги.

Особенности механической обработки. На эффективность обработки масла при использовании маслоизготовителей периодического и непрерывного действия влияют: состав жира и свойства масляного зерна, его температура, частота вращения рабочей емкости или шнеков непрерывнодействующих маслоизготовителей, продолжительность обработки или производительность соответственно.

Завершенность механической обработки масла в процессе выработки определяют с помощью индикаторных бумажек, а при отсутствии индикаторных бумажек — визуально (на срезе масла не должно быть видимых капель влаги, т. е. срез масла должен быть сухим).

В маслоизготовителях периодического действия (безвальцовых) в качестве оптимальной является такая частота вращения рабочей емкости (n), при которой падение комков масла осуществляется с наибольшей высоты. Для аппаратов цилиндрической формы ее определяют по формуле

$$n' = \frac{1}{4\sqrt{R}},$$

где R — радиус рабочей емкости маслоизготовителя, м.

С увеличением значения n' продолжительность обработки сокращается до тех пор, пока увеличивается высота падения масла. При последующем увеличении значения n' высота падения уменьшается, интенсивность выработки влаги при этом снижается, а продолжительность обработки увеличивается. Современные модели маслоизготовителей позволяют регулировать значение n' в широком интервале и тем самым направленно вести процесс механической обработки продукта.

Продолжительность обработки масляного зерна зависит также от химического состава молочного жира, степени загрузки рабочей емкости маслом, его температуры.

При мягком масляном зерне влаги вработывается больше, вследствие чего продолжительность обработки сокращается. С повышением твердости масляного зерна, наоборот, вследствие снижения влагоемкости продукта

увеличивается выпрессовывание и уменьшается интенсивность вработки влаги (плазмы), что требует увеличения продолжительности механической обработки.

Обработка масляного зерна и масла в металлических маслоизготовителях при низкоплавком жире в весенне-летний период года продолжается 15—25 мин, а в осенне-зимний — при высокоплавком жире от 25 до 50 мин.

Температуру обработки масла при эксплуатации металлических маслоизготовителей регулируют орошением их наружной поверхности водой. При твердом масляном зерне (после достижения критического момента обработки) поверхность маслоизготовителя орошают водой температурой 18—20 °С, при мягком зерне — холодной водой (температура 3—5 °С). Температуру обрабатываемого масла поддерживают в интервале 11—14 °С.

В маслоизготовителях непрерывного действия частоту вращения шнеков устанавливают с учетом модели аппарата и сезона года, вида вырабатываемого масла. Для серийных маслоизготовителей, используемых в СССР, частота вращения шнеков обработчика составляет 0,5—1 с⁻¹ для осенне-зимнего периода и 0,41—0,7 с⁻¹ для весенне-летнего периода года. Исключение составляют маслоизготовители РВРС/1 (ГДР), для которых указанные значения показателя составляют 0,8—1,16 и 1—1,4 с⁻¹.

Производительность маслоизготовителя устанавливают с учетом химического состава молочного жира по периодам года. В весенне-летний период при преобладании жира с низкой температурой плавления (низкоплавкий жир) производительность увеличивают, что соответственно снижает интенсивность механического воздействия в процессе механической обработки масляного зерна и масла. В осенне-зимний период года при преобладании глицеридов молочного жира с высокой температурой плавления (высокоплавкий жир) производительность маслоизготовителя снижают. При этом продолжительность обработки увеличивается, что повышает содержание жидкого жира и улучшает равномерность его распределения в монолите. В результате твердость масла снижается, а дисперсность плазмы повышается при одновременном увеличении газовой фазы.

Температура масляного зерна во многом предопределяет эффективность обработки и свойства получаемого масла. Обработка при пониженной температуре обуславливает засаливание масла. Чрезмерно повышенная температура приводит к залипанию аппарата маслом. Излишне мягкое, как и чрезмерно твердое, масло нарушает нормальную работу фасовочных автоматов. В весенне-летний период года при фасовании масла крупными монолитами (по 20 кг) температуру обработки масла поддерживают 12—15 °С, в осенне-зимний период года 13—16 °С. В случае превышения температуры обработки консистенция масла ухудшается и снижается его термоустойчивость.

Гомогенизация масла. Ее применяют с целью улучшения структуры и консистенции масла, выработанного в маслоизготовителях периодического действия. Сущность процесса заключается в дополнительной механической обработке свежеработанного масла в специальном аппарате — гомогенизаторе. Гомогенизация осуществляется под воздействием интенсивного перемешивания и сдвиговых деформаций масла.

В осенне-зимний период года масло гомогенизируют сразу после выработки. В весенне-летний период свежеработанное масло предварительно выдерживают 0,5—1 ч для упрочнения структуры. Интенсивность механического воздействия при этом снижают.

Оптимальной температурой гомогенизации является 11—13 °С. В процессе гомогенизации масла его температура повышается на 1—2 °С.

Помимо диспергирования водной фазы и пластификации масла, при гомогенизации наблюдается тенденция снижения газовой фазы, что при интенсификации механического воздействия проявляется заметнее.

Гомогенизация масла особенно необходима в случае ускоренного физического созревания сливок в сливкообработниках.

Регулирование содержания влаги в масле. Содержание влаги в масле регулируют изменением режимов созревания сливок и их сбивания, обработки масляного зерна и других факторов.

Влияние физического созревания сливок. С повышением температуры созревания сливок в масле повышается содержание влаги из-за снижения количества твердого жира. В результате при сбивании сливок образуется мягкое масляное зерно, лучше удерживающее влагу, чем твердое. Это результат более сильного проявления сил адгезии между мягким зерном и водой по сравнению с взаимодействием твердого жира и водой. Мягкое масляное зерно по

сравнению с твердым содержит больше адсорбционной влаги, механически связанной влаги в виде капель и в микрокапиллярах со средним радиусом менее $1 \cdot 10^{-7}$ м, из которых влага не удаляется в процессе обработки. При изменении температуры физического созревания сливок на $0,8^\circ\text{C}$ содержание влаги в масле изменяется на 1%. Влияние параметров сбивания сливок. При использовании непрерывнодействующих маслоизготовителей для повышения количества влаги в масле увеличивают частоту вращения мешалки сбивателя. Применительно к маслоизготовителю типа А1-ОЛО массовая доля влаги увеличивается на 1% при повышении значения данного показателя на $0,9—1\text{ с}^{-1}$ в весеце-летний период и на $0,5—0,67\text{ с}^{-1}$ в осенне-зимний период года. При уменьшении содержания жира в сливках с 42 до 34% для повышения массовой доли влаги в масле на 1% частоту вращения мешалки сбивателя увеличивают на $0,1—0,25\text{ с}^{-1}$. С изменением температуры сбивания сливок на $0,4^\circ\text{C}$ массовая доля влаги масла изменяется на 1%. При повышении температуры сбивания сливок на 1°C частоту вращения мешалки сбивателя уменьшают на $0,9—2,5\text{ с}^{-1}$. Данные по регулированию влажности масляного зерна приведены для маслоизготовителей без решетчатой вставки и для зазора шириной $2—3$ мм. Влияние параметров механической обработки. Изменение температуры масла в процессе его обработки в маслоизготовителях непрерывного действия можно увеличить или снизить содержание влаги в масле от 1 до 2,5%. При уменьшении производительности маслоизготовителя на 10% содержание влаги в масле ориентировочно повышается на 1%. При изменении уровня пахты в первой шнековой камере маслоизготовителя на 2 см содержание влаги в масле меняется на 0,1%. Изменение частоты вращения шнеков маслоизготовителя на $0,1—0,13\text{ с}^{-1}$ может изменить содержание влаги на $0,5—1\%$. При повышении частоты вращения шнеков содержание влаги в масле уменьшается, а при снижении, наоборот, повышается. Определяющее влияние, по мнению ряда специалистов, на содержание влаги оказывают режимы подготовки сливок к сбиванию и сбивания сливок. При эксплуатации непрерывнодействующих маслоизготовителей недостающее количество влаги (до 2%) можно также вработать в масло насосом-дозатором на стадии его обработки, регулируя их работу вручную или автоматически с помощью специальных приборов влагомеров. Вработка большего количества влаги приводит к ее неудовлетворительному распределению в монолите. Регулирование массовой доли СОМО в масле. При использовании масло-изготовителей периодического действия содержание СОМО в масле повышают на $0,2—0,5\%$ исключением или снижением степени промывки масляного зерна водой. Сбивание сквашенных сливок при выработке кисломолочного масла также способствует повышению массовой доли СОМО. Возможно также внесение в зерно или пласт нормализующего раствора СОМО в пахте или воде (концентрацией до 20%). Необходимую массу нормализующего раствора M (в кг/ч) устанавливают в зависимости от концентрации в нем СОМО $C_{нр}$ (в %), фактической производительности маслоизготовителя Q (в кг/ч) и недостающей массовой доли СОМО в масле H (в %) по формуле

$$M = \frac{QH}{C_{нр} - C_{мс}}$$

где $C_{мс}$ — требуемая массовая доля СОМО в масле, %.

Для приготовления нормализующего раствора с концентрацией СОМО 20% используют сгущенное (сухое) обезжиренное молоко или пахту. Приготовленный нормализующий раствор при эксплуатации маслоизготовителей непрерывного действия вносят в пласт на стадии механической обработки с помощью насоса-дозатора, а при использовании маслоизготовителей периодического действия — в масляное зерно или пласт непосредственно в рабочую емкость.

Регулирование содержания газовой фазы в масле. Содержание газовой фазы в масле, выработанном на непрерывнодействующих маслоизготовителях, сравнительно выше, чем на аппаратах периодического действия, и практически составляет $5—10$ и $2—3 \cdot 10^{-5}$ мЗ/кг. Содержание газовой фазы в масле регулируют изменением параметров сбивания сливок и обработки масляного зерна, а также вакуумированием. Большинство современных непрерывнодействующих маслоизготовителей укомплектовано специальной вакуум-камерой, в которой масло обрабатывается при разрежении $0,02—0,08$ МПа. Для снижения газовой фазы рекомендуется получать мелкое масляное зерно ($1—2$ мм), повышать уровень пахты в первой шнековой камере, снижать частоту вращения шнеков обработника и увеличивать степень заполнения его маслом, снижать температуру обработки, так как в мягкое масляное зерно лучше вработывается газовая фаза.

Внесение закваски молочнокислых культур в пласт при производстве кисломолочного масла. Традиционная технология кисломолочного масла из биологически сквашенных сливок требует дополнительных трудовых затрат. Кроме того, с пахтой и промывной водой (при промывке масляного зерна) теряется до $90—95\%$ вкусовых и ароматических веществ сливок и $65—92,6\%$ диацетила. Альтернативным традиционному является метод (предложен А. Мироненко) выработки кисломолочного масла из несквашенных сливок путем внесения молочнокислой закваски в пласт в процессе его механической обработки.

На заводах Эстонской ССР применяется модифицированный сотрудниками Эстонской сельскохозяйственной академии метод, при котором в пласт масла, содержащий 13—14% влаги, вносят 2—3% закваски ВНИМИ, содержащей *S. lactic* (мутанты), *S. acetoinicus*. После выработки масло выдерживают в течение 1—3 сут. при температуре 5—10 °С для активизации молочнокислого брожения.

Разновидностью данного метода является также предложение Литовского филиала ВНИИМС [18] вносить в пласт сладкосливочного масла ацидофильно-ароматическую закваску, обогащенную сухими обезжиренными веществами молока. При эксплуатации маслоизготовителей периодического действия вносят 2,3—2,7% закваски, содержащей 17,4—18,6% сухих веществ при титруемой кислотности ее 175—195 °Т, а при использовании непрерывнодействующих аппаратов 1,5—2,2% закваски, содержащей 14—16% сухих веществ при титруемой кислотности ее 160—185°Т. Обогащение ацидофильно-ароматической закваски сухими веществами молока повышает ее кислото- и диацетилообразующую способность и обуславливает увеличение в масле физиологически важных витаминов группы В, биотина и пантотеновой кислоты.

Хорошие результаты получены также при использовании каунасской закваски, приготовленной на подсырной сыворотке, обогащенной сухим обезжиренным молоком в количестве 15—20% ее массы.

За рубежом широкое применение получил метод НИЗО, предусматривающий внесение молочнокислых культур в масло. При этом в пласт масла в процессе обработки вносят бактериальную закваску в виде смеси с ее концентратом (пермеатом), полученным ультрафильтрацией и выпариванием предварительно сквашенной сыворотки. Сыворотку заквашивают закваской, состоящей из штаммов, способных продуцировать значительное количество молочной кислоты при рН 4,5 и ниже. Внесение в пласт масла указанной смеси способствует получению кисломасла, имеющего рН около 5,3. В этом масле сразу после выработки содержание диацетила и других ароматических и вкусовых веществ соответствует требуемой их концентрации в кисло-сливочном масле.

Новым направлением улучшения вкуса и аромата масла является внесение в пласт в процессе его обработки пищевых ароматизаторов. Перспективным является использование ароматизаторов производства Всесоюзного института жиров (Ленинград) совместно с заквасками молочнокислых культур. Возможна ароматизация масла внесением в пласт комплекса вкусовых и ароматических веществ (диацетила, молочной, уксусной и муравьиной кислот).

Посолка масла. Процесс осуществляют с целью придания маслу соленого вкуса. Допустимая массовая доля соли в масле 1,0%. Превышение указанного норматива вызывает излишне соленый привкус масла и интенсифицирует процессы химической порчи.

Консервирующее действие поваренной соли (NaCl) в результате плазмо-лиза бактериальных клеток сказывается при 15%-ной концентрации ее в плазме. Это соответствует 2,5% соли в масле при массовой доле жира в нем 82,5%. При уменьшении массовой доли соли в масле менее указанной соответственно снижается консервирующее действие на сохранность качества масла.

В СССР соленое масло вырабатывают в незначительных количествах.

При эксплуатации маслоизготовителей периодического действия посолку осуществляют сухой солью и рассолом. Сухую соль вносят непосредственно в масляное зерно или пласт при его механической обработке. При посолке рассолом в масляное зерно или пласт вносят заранее приготовленный раствор соли (25%-ной концентрации) из расчета 10—12 л рассола на 100 кг масла. При использовании маслоизготовителей непрерывного действия посолку осуществляют рассолом и вносят его на стадии обработки с помощью специальных дозирующих устройств.

Особенности фасования масла, выработанного методом сбивания сливок. Масло на выходе из маслоизготовителя представляет собой твердообразный продукт. Он легко формируется крупными монолитами (массой по 20 кг) и мелкими брикетами различной формы и массы от 10 до 500 г.

Масло, выработанное в маслоизготовителях периодического действия, перед фасованием через люк выгружают в ванну-тележку, из которой шнеками, расположенными на дне, его направляют в бункер фасовочного автомата мелкими порциями или машины для упаковки масла крупными монолитами. Температура масла к моменту фасования составляет 14—16 °С в весенне-зимний и 13—15°С в весенне-летний период год.

Масло, выработанное в маслоизготовителях непрерывного действия, фасуют в потоке в процессе выработки. При этом масло из аппарата направляют непосредственно в бункер автомата для мелкого фасования или в машины для

формования блоков. Температура масла к моменту фасования должна составлять 14—16 °С в осенне-зимний и 12—14 °С в весенне-летний периоды года.