**ВВЕДЕНИЕ**

**Сливочное масло** - один из ценнейших продуктов питания, обладающее высокой биологической ценностью и усвояемостью, приятным, только ему присущим вкусом, цветом и ароматом, хорошей сочетаемостью его практически со всеми пищевыми продук­тами.

Первые сведения о производстве сливочного масла в Древней Руси содержатся в «Русской правде» - своде законов, установленных еще в XI веке при Ярославе Мудром. В торговых документах русских городов и княжеств того же периода встречаются сведения о стоимости «горшка масла». В списках «Торговой книги» для русского купечес­тва в 1575 и 1610 годах коровье масло числилось как предмет экспорта. Внешняя торговля маслом в России к концу XVII века приняла такие размеры, что Петр I, искавший увеличения источни­ков дохода для государства, обратил внимание и на этот промысел. В XVIII - XIX столетии в России широко было известно масло, названное «чухонским», которое именовали так потому, что его делали проживающие в пригородах Петербурга финны, по тогдашне­му - чухонцы.

В XIX веке начали прилагать усилия по совершенствова­нию маслоделия в России. Так, в 1838 году была издана книга по технологии получения молочных продуктов, написанная агрономом В.П. Бурнашевым. Она называлась «Секрет получения превосходно­го сливочного масла на манер приготовляемого на ферме земледель­ческого училища» (находилось вблизи Санкт-Петербурга).

Вологодская помещица М.Ф. Кудрявая в начале 70-х годов XIX века на своей молочной ферме наладила производство сливочного масла высокого качества, получившего впоследствии название «вологодского».

Начало промышленного маслоделия в России относится к шестидесятым годам XIX века и связано с именем Николая Василье­вича Верещагина. В 1871 году им был открыт первый маслодельный завод в имении Фоминское под Вологдой.

Если до первой мировой войны вологодское масло по своему качеству было вне конкуренции, то с 1914 года серьезным конкурен­том его, главным образом на внешнем рынке, стало сибирское масло. Если в 1894 году вблизи Кургана был построен первый в Сибири маслодельный завод, то через пять лет их было уже 275, а в 1913 году - 4097. В 1903 году на Лондонской выставке высшую награду «Большой приз» получило масло трех сибирских заводов. В 1900 году из Сибири было вывезено за границу 1783 тысячи пудов,

а в 1913 году 4762 тыс. пудов сливочного масла (соответственно 29,2 тыс. тонн и 78 тыс. тонн).

В 1913 году в России было добыто золота на 28 млн. рублей, а от одного экспорта сливочного масла получено 71,5 млн. руб., т.е. в два с половиной раза больше.

Выработка масла в России в 1913 году составила 129 тыс. тонн. К 1940 году производство сливочного масла достигло в Российской Федерации около 130 тыс. тонн. И этот объем производства в последние годы был превышен уже в 1947 году. В 1965 году в России производилось на промышленных предприятиях около 530 тыс. тонн масла, в 1975 году был достигнут рубеж 600 тыс. тонн, а в 1985 году около 670 тыс. тонн. Максимальный объем производ­ства этого продукта составил 1000 тыс. тонн (1990 год). В дальнейшем объемы производства масла стали снижаться. В 1992 году было выработано масла около 742 тыс. тонн. Несмотря на снижение объемов производства масла в 1993 году этот продукт оставался одним из основных видов мелочной продукции и занимал значительное место в рационе питания людей.

В настоящее время объем производства сливочного масла отечественными производителями составляет порядка 611 тыс. тонн.

С развитием технологии маслоделия развивалось и маслодельное оборудование. Так, уже в XVIII веке вместо старых толкачных маслобоек в крупных молочных хозяйствах постепенно начинают применять более производительные вращающиеся, качающиеся и ударные устройства. Весьма примитивные, они, тем не менее, означали несомненный шаг вперед к машинному производству.

В 1934 году В.А. Мелешиным был предложен способ производ­ства масла в потоке с использованием сепаратора, названный впоследствии способом преобразования высокожирных сливок. В 1951-52 годах была создана специальная линия, а с 1954 года начался ее выпуск.

Первые маслоизготовители непрерывного сбивания, носившие название «Фритц», начали использоваться в молочной промышлен­ности в конце 40-х годов. В настоящее время имеются линии непрерывного сбивания масла производительностью до 30 тонн готового продукта в час.

Значительный вклад в развитие технологии и оборудования для маслоделия внесли российские ученые. Вышедшие в последние годы книги под авторством Вышемирского Ф.А., Белоусова А.П., Грищенко достаточно подробно освещают вопросы маслоделия.

**На мировом рынке пользуется спросом масло, выработанное способом периодического сбивания.** Выработка масла способом преобразования высокожирных сливок распространена только в России, и масло полностью идет на внутренний рынок. Способ непрерывного сбивания широко распространен в европейских странах, но такое масло также предназначено главным образом для внутреннего рынка.

В связи с планируемым вступлением России ВТО и укреплением позиций российской продовольственной продукции на мировом рынке, производство сливочного масла способом периодического сбивания будет увеличено.

1. **Расчет сырья для производства масла**

Исходными данными для расчета являются:

* Количество направляемого на переработку молока – 10т;
* жирность молока – 3,6%.

Считаем, что из поступающего молока миницех будет выпускать масло сливочное крестьянское.

Массу сливок от сепарирования с учетом потерь определяем по формуле:



где – *Жцм*, *Жсл* и*Жо* – соответственно жирность цельного молока, сливок и обрата, %;

*Кпс* – коэффициент потерь сливок.

Масса обезжиренного молока от сепарирования:



где – *Кпо* – коэффициент потерь обрата.

Масса масла определяется по выражению:



где *Жпах* – жирность пахты, %;

*Кпж* – коэффициент потерь жирности при сбивании.

Массу пахты определяем по формуле:



где *Кппах* – коэффициент потерь пахты.

Расход молока цельного на единицу продукта (*РМ*) равен:



Пересчет расхода молока в показатель базисной жирности (*РМБ*):



где *ЖБ* – базисная жирность цельного молока, %.

Согласно ГОСТ 31-79 масло крестьянское содержит массовую долю жира – 72,5%; влаги – 25%; СОМО – 2,5%.

Массовая доля жира в сливках при сепарировании – 36%; обезжиренного молока – 0,05%; пахты – 0,5%.

|  |  |
| --- | --- |
| Нормируемые потери | Коэффициент потерь (*Кп*) |
| *пс*=0,38% | *Кпс*=0,9962 |
| *по*=0,5% | *Кпо*=0,9950 |
| *пж*=0,33% | *Кпж*=0,9967 |
| *ппах*=4% | *Кппах*=0,9600 |











Так как базисная жирность молока в нашем случае равна средней жирности цельного молока, то *РМ* = *РМБ*.

**2. Обоснование и выбор технологического процесса**

**2.1. Классификация существующих методов производства сливочного**

**(и комбинированного) масла**

Технологический процесс производства сливочного масла предусмат­ривает концентрацию жировой фазы молока (находящейся внутри жиро­вых шариков) до желаемого содержания ее в масле и формирование струк­туры продукта с заданными свойствами.

Основой существующих технологий сливочного масла являются слож­ные физико-химические процессы, происходящие при термомеханичес­кой обработке сливок, а именно — изменение агрегатного состояния глицеридов молочного жира и разрушение прочных липопротеиновых оболо­чек жировых шариков.

В зависимости от способа концентрации жира и формирования струк­туры продукта различают два метода производства масла: **сбиванием сли­вок** и **преобразованием высокожирных сливок**.

При выработке сливочного масла методом сбивания сливок для кон­центрации жировой фазы сливки сразу после пастеризации охлаждают до температуры массовой кристаллизации глицеридов (от 5 до 20°С) и термо-статируют (10 ч и более) с целью частичного отвердевания жира (не менее 30...35%). Частичное отвердевание жира и последующее интенсивное ме­ханическое воздействие на сливки способствуют выделению жировой фазы в виде рыхлых комочков различной величины и формы (масляного зерна), являющихся промежуточным продуктом при производстве масла методом сбивания сливок.

Быстрое и глубокое охлаждение сливок, их продолжительная выдержка при низких температурах обеспечивают практически полную кристаллиза­цию необходимого количества глицеридов (30...35%). Последующие чере­дуемые плавление и отвердевание глицеридов при сбивании сливок, про­мывка масляного зерна и его механическая обработка обусловливают фор­мирование хорошей пластичности масла при температуре домашнего холо­дильника (8...10°С) и высокую термоустойчивость при комнатной темпера­туре (18...22°С).

Основными аппаратами для производства масла методом сбивания сли­вок являются маслоизготовители периодического или непрерывного действия. На выходе из маслоизготовителя продукт имеет температуру 12...17°С и твердообразную консистенцию, соответствующую товарным показателям.

При выработке сливочного масла методом преобразования высокожир­ных сливок концентрацию жировой фазы до уровня необходимого содер­жания ее в сливочном масле осуществляют сепарированием в горячем со­стоянии. Все технологические процессы до маслообразования осуществ­ляются при температуре выше точки плавления жира (65...95°С). Только на конечной стадии процесса маслообразования высокожирные сливки бы­стро охлаждают (со скоростью 0,3...0,6°С/с) до 12...16°С при одновремен­ном интенсивном механическом воздействии (перемешивании). Молоч­ный жир при этом частично отвердевает, что вызывает нарушение устой­чивости жировой дисперсии, приводящее к ее разрушению. Эмульсия типа «масло в воде», характерная для сливок, преобразуется в эмульсию обрат­ного типа — «вода в масле», характерную для сливочного масла.

Основными аппаратами для выработки масла методом преобразова­ния высокожирных сливок являются маслообразователи различных кон­струкций. На выходе из маслообразователей продукт имеет температуру 12...17°С и представляет собой легкоподвижную текучую массу. Процессы отвердевания глицеридов и формирование структуры продукта заверша­ются в таре после фасования.

**2.2. Сравнительная характеристика методов производства**

Технологический процесс производства сливочного масла различны­ми методами состоит из операций, представленных на рис. 2.1.

Приемка и сортировка молока

Подогрев и сепарирование молока

Тепловая и вакуумная обработка сливок (пастеризация, дезодорация)

***Метод сбивания***

***сливок***

***Метод преобразования высокожирных сливок***

Охлаждение и низкотемпературная подготовка сливок

Сепарирование сливок

**Масляное зерно**

**Высокожирные сливки**

Сбивание сливок

Механическая обработка масляного зерна

Термомеханическая обработка высокожирных сливок

**масло**

Фасование и упаковка

Охлаждение и стабилизация структуры

обезжиренное молоко

**сливки**

**пахта**

**пахта**

Рисунок 2.1. Схемы выработки сливочного масла различными методами

Приемка, сортировка и первичная обработка молока, получение сли­вок, их тепловая и вакуумная обработка осуществляются независимо от метода производства.

Технологические операции, применяемые для выделения жировой фазы сливок и структурирования продукта при выработке сливочного масла сравниваемыми методами, принципиально различаются.

Основные различия методов производства сливочного масла приведе­ны в таблице 2.1.

При выработке масла методом сбивания сливок технологический про­цесс условно разделяют на три стадии:

1) физическое «созревание» (низкотемпературная обработка) сливок в те­чение 10 ч (и более) при температуре от 20 до 4°С;

2) разрушение жировой дисперсии сливок сбиванием с образованием в ка­честве промежуточного продукта масляного зерна;

3) механическая обработка масляного зерна с целью усреднения состава масла и пластификации продукта.

Кристаллизация триглицеридов молочного жира и фосфолипидов осу­ществляется в процессе созревания сливок и предшествует деэмульгиро-ванию жировой дисперсии.

Продолжительность производственного цикла при выработке масла ме­тодом сбивания сливок составляет около 24 ч. При использовании масло-изготовителей периодического действия технологический про­цесс состоит из отдельных операций (низкотемпературная обработка сли­вок, сбивание сливок, обработка масляного зерна), которые выполняются последовательно с определенными временными интервалами.

При эксплуатации непрерывнодействующих маслоизготовителей процессы сбивания сливок и обработки масляного зерна (2-я и 3-я стадии) осуществляются в непрерывном потоке. Продолжительность этих операций составляет 3...5 мин (в том числе сбивание сливок — около 2 с) по сравнению с 60...90 мин в маслоизготовителях периодического дей­ствия. Однако, в целом технология принципиально не изменяется.

Таблица 2.1

Сравнительная характеристика методов производства сливочного масла

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Показатель** | **Метод производства** | |
| **сбиванием сливок** | **преобразованием высокожирных сливок** |
| Способ концентрации жировой фазы | Сбивание сливок средней жирности | Сепарирование сливок средней жирности |
| Условия концентрации жировой фазы | В холодном состоянии (при 8...12°С) | В горячем состоянии  (при 65...95 °С) |
| Агрегатное состояние жира при концентрации | Твердое | Жидкое |
| Промежуточный продукт | Масляное зерно | Высокожирные сливки |
| Основные технологические операции (стадии) процесса производства масла | Физическое созревание сливок, сбивание сливок, механическая обработка  масляного зерна | Получение высокожирных сливок, термомеханическая обработка высокожирных сливок |
| Характеристика процесса  кристаллизации молочного жира и деэмульгирования сливок | Кристаллизацию  молочного жира осуществляют в процессе созревания сливок; она предшествует деэмульгированию жировой эмульсии | Деэмульгирование жировой  эмульсии предшествует частичной кристаллизации молочного жира в процессе термомеханической обработки высокожирных сливок |
| Стадия нормализации масла по массовой доле влаги | Механическая обработка масляного зерна | Нормализация высокожирных  сливок перед термомеханической обработкой |
| Оборудование для выработки масла | Маслоизготовители  (периодического и  непрерывного действия) | Маслообразователи (цилиндрические, пластинчатые) |
| Характеристика консистенции продукта на выходе из аппарата | Плотная пластичная | В виде легкоподвижной  текучей массы |
| Длительность технологического процесса | Одни сутки | 1,0...1,5 ч |

При выработке масла методом преобразования высокожирных сливок про­цесс осуществляется в 2 стадии:

1) получение высокожирных сливок, соответствующих по содержанию жира вырабатываемому маслу (61,5...82,5%);

2) термомеханическая обработка высокожирных сливок с целью преобра­зования их в масло.

Весь технологический процесс осуществляется в непрерывном потоке. Продолжительность производственного цикла от приемки молока до получения масла составляет 1,0...1,5 ч, а процесс маслообразования не­посредственно в аппарате — 3...4 мин. Деэмульгированию жировой эмуль­сии при этом предшествует кристаллизация глицеридов жира.

Каждый из существующих способов имеет преимущества и недостатки, представленные в таблице 2.2.

Таблица 2.2.

Преимущества и недостатки способов производства масла

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Методы выработки масла** | | |
| 1 | 2 | 3 |
| **Периодического сбивания сливок** | **Непрерывного сбивания сливок** | **Преобразования высоко­жирных сливок** |
| **ПРЕИМУЩЕСТВА** | | |
| Хорошие термоустойчивость и намазываемость | | Отличное диспергирова­ние влаги. |
| Низкое содержание воздуха. |
| Легко регулировать ста­бильность состава масла и его свойства. | Высокая степень меха­низации производствен­ных процессов. | Низкая бактериальная обсемененность. |
| Высокая стойкость при хранении. |
| Небольшие производ­ственные площади для размещения оборудова­ния. |
| **НЕДОСТАТКИ** | | |
| Длительность технологического цикла. | | Низкая термоустойчи­вость. |
| Повышенная бактериальная обсемененность. | | Неудовлетворительная отделяемость плазмы при перетопке масла. |

Продолжение таблицы 2.2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 |
| Неудовлетворительная дисперсность плазмы. | Высокое содержание воздуха. | Повышенное содержание жира в плазме. |
| Много ручного труда. | Низкая стойкость при хранении. |
| Недостаточно высокая дисперсность плазмы. |
| Неравномерность состава масла одной выработки. |

На выбор способа выработки масла влияют сле­дующие факторы:

* объём производства конкретного предприятия и перспектива его развития;
* стабильность поступления сырья;
* способность выпускать широкий ассортимент продукции;
* возможность использования универсального распространенного оборудования;
* потребность в затратах финансовых и материальных средств при организации производства.

Задача повышения качества отечественных продуктов питания предполагает, в том числе, производство сливочного масла соответствующего мировым требованиям. Это подразумевает более глубокое изучение и совершенствование процесса производства масла методом периодического сбивания сливок.

**3. Разработка графика организации**

**технологического процесса**

**3.1. Описание технологического процесса производства масла**

Считаем, что миницех будет осуществлять производство крестьянского масла сладкосливочного несоленого, химический состав которого представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Химический состав сладкосливочного крестьянского масла

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование масла | Массовая доля, % | | |
| жира, не менее | влаги, не более | СОМО, не менее |
| Крестьянское сладкосливочное несоленое | 72,5 | 25,0 | 2,5 |

Процесс производства масла крестьянского сладкосливочного несоленого включает следующие технологические операции:

* приемка молока;
* подогрев молока;
* сепарирование молока;
* пастеризация и дезодорация\* сливок;
* охлаждение и созревание сливок;
* сбивание сливок;
* промывка масляного зерна\*;
* механическая обработка масла;
* гомогенизация масла;
* фасование и упаковка масла.

\*выполняемые при необходимости операции, зависящие от качества исходного сырья.

**Приемка молока** заключается в определении его количества, контроле качества и сортировке.

**Подогрев молока** осуществляют до температуры+35...40°С в теплообменных аппаратах различных конструкций для увеличения скорости осаждения и более полного выделения молочного жира.

**Сепарирование молока** начинают после поступления его в количестве, обеспечивающем непрерывную работу сепаратора в течение 20-30 минут. Сепарирование молока ведут при температуре 35-40°С и кис­лотности молока не более 20°Т. Снижение температуры сепарирования возможно только на специальных сепараторах, позволяющих уменьшить приток молока в барабан и регулировать массовую долю жира сливок.

Температуру **пастеризации сливок** с низкой тепловой устойчивостью устанавливают с уче­том их качества (кислотности, наличия посторонних привкусов я запахов). При выработке сладкосливочного масла сливки I сорта в летний период пастеризуют при температуре 85-90 °С. В зимний период, когда вкус сливок становится менее выраженным, а также при переработке сливок II сорта температуру пастеризации повы­шает до 92-95 °С.

**Дезодорируют** сливки при разрежении в дезодо­раторе 0,02-0,04 МПа (0,2-0,4 кгс/см2) в осенне-зимний период, 0,01-0,03 МПа (0,1-0,3 кгс/см2) в весенне-летний, при температуре 80°С.

Для сливок с высокой устойчивостью белков к коагуляции, их пастеризация при выработке масла, содержащего 25% влаги, температура пастеризации составляет в весенне-летний и осенне-зимний периоды соответственно 103...108 и 105...115°С [ ] табл. 4.3. стр. 108.

При **физическом созревании сливок** происходит частичное отвердевание молочного жира, что обусловливает возможность обра­зования масляного зерна при последующем сбивании их. После пастеризации (при необходимости - дезодорации) горячие сливки сразу охлаждают в закрытом потоке до температуры массовой кристаллизации жира (4 - 20°С). В период созревания сливки перемешивают 2-4 раза по 3-5 минут. Режимы созревания сливок при производстве масла крестьянского сладкосливочного несоленого представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

Режимы созревания сливок при производстве масла крестьянского сладкосливочного несоленого

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Режимы созревания сливок по периодам года | | | |
| Весенне-летний | | Осенне-зимний | |
| Температура, °С | Выдержка, ч, не менее | Температура, °С | Выдержка, ч, не менее |
| 6...10 | 8 | 7...11 | 10 |

Сущность процесса **сбивания сливок** заключается в агрегации (слипании) 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...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.

Сбивание сливок в маслоизготовителях периодического действия (без­вальцовых) осуществляется в результате их гравитационного перемешива­ния. При вращении заполненной на 30...50% рабочей емкости маслоизго­товителя 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 осуществляется, в основном, за счет дисперсии воздушных пузырьков. Температура сбивания сливок при выработке масла представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3.

Температура сбивания сливок при производстве масла крестьянского сладкосливочного несоленого

|  |  |
| --- | --- |
| Температура сбивания сливок, °С, по периодам года | |
| Весенне-летний | Осенне-зимний |
| 9...14 | 10...15 |

**Частоту вращения**маслоизготовителя периодического действия устанав­ливают с таким расчетом, чтобы возникающее при вращении центробежное ускорение (ε=ω2/R)было меньше ускорения силы тяжести (g). Это обеспе­чивает подъем сливок и их падение в рабочей емкости маслоизготовителя при сбивании. При этом в потоке сливок возникает градиент скорости и про­исходит диспергирование воздуха, то есть создаются условия для выделения жировой фазы и образования масляного зерна. Частоту враще­ния маслоизготовителя можно определить по формуле А. Д. Грищенко:



где *R* — радиус рабочей емкости маслоизготовителя, м.

Продолжительность сбивания сливок составляет 45...60 минут - независимо от формы рабочей емкости [ ] стр. 140.

Оптимальная степень заполнения рабочей емкости сливками 40...50% вместимости.

В первые 3...5 минут сбивания маслоизготовитель останавливают 1...2 раза для выпуска воздуха. Сбивают сливки до получения масляного зерна размером 3...5 мкм.

При выработке сладкосливочного масла из высококачественных сливок и 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...0,5%.

В случае использования сливок с выраженными кормовыми привку­сами и запахами, концентрирующимися в плазме, промывка масляного зер­на необходима.

В маслоизготовителях периодического действия масляное зерно про­мывают орошением и последующим активным перемешиванием с 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.

Сущность **механической обработки масляного зерна и масла** заключается в формировании из разроз­ненных агрегатов масляного зерна монолита масла, равномерном распре­делении компонентов и пластификации продукта. Это влияет на вкус мас­ла, его консистенцию, стойкость при хранении, товарные показатели.

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.

В аппаратах периодического действия (МПД) механическая обработка осуществляется вальцами, либо посредством многократных ударов комков масла в безвальцовых конструкциях маслоизготовителей.

Обработка масляного зерна и масла при низкоплавком жире в весен­не-летний период года продолжается 15...25 мин, а в осенне-зимний — при высокоплавком жире — от 25 до 50 мин. Первые 5...8 мин обработку ведут при закрытых кранах и люке, а с образованием пласта краны открывают для вытекания свободной влаги. При достижении критического момента (жидкость из крана не вытекает) рабочую емкость маслоизготовителя ос­танавливают и отбирают из разных мест пласта среднюю пробу для опре­деления массовой доли влаги. По данным анализа рассчитывают количе­ство недостающей влаги и вносят ее в рабочую емкость в виде пахты или воды. Дальнейшую обработку продолжают при закрытых кранах и люке до полной вработки и равномерного распределения влаги в масле.

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

Рассчитанное недостающее количество воды равномерно разбрызги­вают на поверхности пласта и врабатывают при закрытых кранах и люке.

С целью лучшего диспергирования плазмы и улучшения консистенции про­дукта при эксплуатации МПД целесообразна **гомогенизация масла.**Сущ­ность процесса заключается в дополнительной механической обработке свежевыработанного масла в специальном аппарате — гомогенизаторе. В осенне-зимний период масло гомогенизируют сразу после выработ­ки при достаточно интенсивном механическом воздействии. В весенне-летний период свежевыработанное масло предварительно выдерживают 1...3 ч в помещении цеха для упрочнения структуры, а 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.

**Гомогенизировать хорошо обработанное масло не следует, так как это может послужить причиной появления различных пороков консистенции — мягкой, засаленной и др.**

Масло крестьянское сладкосливочное несоленое выработанное методом сбивания сливок **фасуют** монолитами в ящики по 20, 15, 10, 5 кг и потребительскую тару порциями по 10, 15, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 250 и 500 г.

**3.2. Составление графика организации технологического процесса**

**производства сливочного масла крестьянского несоленого**

График организации технологических процессов составляем для определения режима работы предприятия, продолжи­тельности и последовательности операций в течение суток, взаимосвязи отдельных операций, интенсивности и часового мате­риального баланса производства.

В графе «Технологические операции» указываем все опе­рации технологического процесса согласно технологии производства масла.

Во второй графе (графе «Всего») указываем количество перерабатываемого молока, полуфабрикатов, готовой продукции и отходов по соответствующим операциям. Данные принимаем из продуктового расчета.

В третьей графе указываем количество сырья, перерабатываемого за один час, по существу характеризуя часовую производительность оборудования или интенсивность переработки. Вопрос об интенсивности переработки решают на основе ряда факторов, учитывающих тип перерабатывающего предприятия, комплектность его технологических линий, конструктивные и технологические особенности основного и вспомогательного оборудования, экономическую целесообразность той или иной машины.

Последние графы разбиваем на число часов работы в сутки. Продолжительность операций обозначаем сплошной линией.

В технологическом процессе производства сливочного масла имеются фиксированные операции, время которых определяется технологией производства, и операции, продолжительностью которых можно варьировать.

Продолжительность приемки молока при производственной мощности предприятия до 40 т молока в смену по санитарным нормам не должна превышать 3 часов. Принимаем продолжительность приемки и резервирования молока равной 1 час. Тогда, интенсивность приемки и резервирования молока будут равны:



Продолжительность сепарирования молока также принимаем равным 1 часу с интенсивностью *Ис*=10000 кг/ч.

Считаем, что процессы пастеризации и охлаждения сливок будут выполняться на одной установке, т.е. в непрерывном потоке. Тогда продолжительность указанных операций также составит 1 час, а их интенсивность будет соответственно равна:



Считаем также, что переработка молока осуществляется в осенне-зимний период, для которого по технологическим требованиям созревание сливок должно длиться не менее 10 часов.

Принимаем продолжительность созревания сливок равной 10 ч.

Продолжительность сбивания сливок по технологическим требованиям составляет 45...60 минут. Принимаем длительность сбивания равной 1 ч.

В осенне-зимний период года продолжительность обработки масляного зерна составляет 25... 50 минут. Принимаем продолжительность этой операции равной 45 минутам, т.е. 0,75 ч.

Так как операции сбивания сливок и обработка масляного зерна проводятся в одной машине, то объединяем эти операции в одну.

Считаем, что для производства масла используются высококачественные сливки, и обработка масляного зерна будет проводиться с соблюдением требований. Тогда гомогенизацию масла можно исключить.

Продолжительность фасования масла принимаем равной 1,25 часа с таким расчетом, чтобы закончить технологический процесс к окончанию второй смены.

Интенсивность фасования масла в этом случае составит:



График организации технологического процесса производства масла крестьянского сладкосливочного несоленого представлен на рисунке 3.1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 8. Фасование масла | 483,1 | 386,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7.Сбивание сливок | 983,7 | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7.Созревание сливок | 983,7 | - |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6.Охлаждение сливок | 983,7 | 983,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5.Пастеризация сливок | 983,7 | 983,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.Сепарирование молока | 10000 | 10000 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3. Подогрев молока | 10000 | 10000 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2. Резервирование молока | 10000 | 10000 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. Приемка молока |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Наименование операции | Количество сырья  всего, кг | Количество сырья в час | 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 1 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Время работы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рисунок 3.1. График организации технологического процесса производства масла крестьянского сладкосливочного несоленого

**4. расчет и подбор технологического оборудования**

Выбор технологического оборудования производим на основе результатов продуктового расчета и графика организации технологического процесса, ко­торый предопределяет необходимое количество машин и аппаратов.

Правильный выбор технологического оборудования обеспечи­вает необходимые условия для планомерной и чёткой работы всего предприятия.

При выборе основного технологического оборудования учиты­вают следующее:

* соответствие технико-экономических показателей оборудова­ния уровню современных технологий;
* выравненность машин и аппаратов, составляющих технологи­ческие линии, по производительности;
* предпочтительность применения машин, не требующих дополнительного монтажа нестандартного оборудования и вспомога­тельных общезаводских систем.

Подбор оборудования должен производиться в строгом соот­ветствии с выбранными техно­логическими режимами оборудования, с учётом продолжительности его работы в течение смены, суток или производственного цикла.

Так как производительность некоторых видов оборудования представляется в м3/ч, то возникает необходимость перевода интенсивности процесса в данную размерность. Для этого в дальнейшем будет использована формула:



где  – объемная интенсивность процесса, м3/ч;

– массовая интенсивность процесса, кг/ч;

*ρп* – плотность продукта, кг/м3.

Температура молока, поступающего на предприятие, составляет порядка 4°С. При этом молоко имеет плотность 1032,3 кг/м3 [ ] табл. П1. стр. 264.

Тогда объемная интенсивность резервирования молока (перекачивания молока из молочной автоцистерны в резервуар) будет равна:



Для перекачивания молока из молочной автоцистерны в резервуар выбираем насос марки 36МЦ-10-20 [] табл. 3.4. стр. 59. с подачей 10 м3/ч.

Для временного хранения молока принимаем резервуар-термос марки В2ОГМ-10 с рабочей вместимостью 10000 л (10 м3) [] табл. 3.3. стр. 57.

Подогрев молока перед сепарированием будем проводить в трубчатом теплообменном аппарате П8-ОУП-10/5, имеющем производительность 10000 л/ч [] табл. 9.1. стр. 167.

Производительность сепаратора-сливкоотделителя должна удовлетворять интенсивности сепарирования молока, т.е. 10000 кг/ч.

При сепарировании молоко имеет температуру 35...40°С. Плотность такого молока составляет 1020,9 кг/м3 [ ] табл. П1. стр. 264. Тогда объемная интенсивность сепарирования молока будет равна:



Для сепарирования молока принимаем сепаратор-сливкоотделитель марки Ж5-ОСН-С, имеющий производительность по молоку 10000 л/ч [ ] табл. 8.4. стр. 159.

Интенсивность пастеризации сливок в пересчете на литры производим по формуле:



где *ρсл* – плотность сливок, кг/м3;

*t* – продолжительность операции, ч.

*ρсл* =980...985 кг/м3. [ ] стр. 64. Принимаем для расчета *ρсл* =980 кг/м3.



Пастеризацию сливок проводим в пластинчатой пастеризационно-охладительной установке марки А1-ОКЛ-1 с производительностью 1000 л/ч

[ ] табл. 9.2. стр. 170.

При выборе сливкосозревательной ванны и маслоизготовителя необходимо определить рабочий объем машин для обработки заданного количества сливок.

Рабочий объем машин определяем по формуле:



где *φ* – коэффициент заполнения рабочей камеры.

Коэффициент заполнения резервуаров для созревания сливок находится в пределах 0,8...0,85 [ ] стр. 152. Принимаем для расчета *φ*=0,825.

Тогда:



Для созревания сливок принимаем аппарат ВСМГ-1200, имеющий вместимость ванны 1200 л (1,2 м3) [6] табл. 9.5. стр. 175.

Принимаем коэффициент заполнения емкости при сбивании сливок равным 0,45. Тогда:



Для сбивания сливок принимаем маслоизготовитель марки ММ – 2000, имеющий вместимость барабана 2320 л [6] табл. 10.1. стр. 179.

Для перекачивания сливок из сливкосозревательной ванны используем ранее принятый насос марки 36МЦ-10-20.

Фасовку сливочного масла будем осуществлять в брикеты массой 200 г с последующей упаковкой в маркированный подпергамент. Для этих целей используем автомат марки АРМ, имеющий производительность 40...80 брикетов в минуту (480...960 кг/ч) [6] табл. 11.3. стр. 198.

Выбранное оборудование сводим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1.

Сводная таблица технологического оборудования миницеха

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Наименование и марка оборудования | | | | | | | |
| Насос центробежный  36МЦ-10-20 | Резервуар-термос В2ОГМ-10 | Трубчатый  теплообменный аппарат  П8-ОУП-10/5 | сепаратор-сливкоотделитель  Ж5-ОСН-С | Пастеризационно- охладительная установка  А1-ОКЛ-1 | Аппарат для созревания сливок ВСМГ-1200 | Маслоизготовитель периодического действия  ММ – 2000 | Автомат для фасовки  масла АРМ |
| Производительность, кг/ч (вместимость, м3) | 10 м3/ч | 10  м3 | 10 м3/ч | 10 м3/ч | 1 м3/ч | 1,2 м3 | 2,32  м3 | 480-960 |
| Количество, шт. | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Габаритные  размеры, мм | 445х  225х  225 | 4450х2126х2255 | 1587х1144х1575 | 1390х825х  1685 | 3200х2700х1750 | 2700х1955х1150 | 2820х1978х1773 | 2990х  2490х  1540 |
| Масса, кг | 26 | 2255 | 231 | 1512 | 1870 | 630 | 1502 | 1425 |
| Площадь, м2 | 0,1 | 9,5 | 1,8 | 1,2 | 8,6 | 5,3 | 5,6 | 1,5 |
| Расход: |  |  |  |  |  |  |  |  |
| пара, кг | - | - | 400 | - | - | - | - | - |
| Холода, кДж | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Воды, м3 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Установленная мощность кВт· | 1,5 | - | - | 16 | 7 | 0,6 | 4,5 | 2,2 |

**5. Разработка графика работы оборудования**

График работы машин и аппаратов проектируемого перераба­тывающего предприятия составляют для уточнения и проверки пра­вильности выбора основного технологического оборудования, уста­новления очередности включения и продолжительности работы ма­шин, а также для определения почасового расхода электроэнергии, пара, горячей и холодной воды. Основой для составления такого графика являются технологические процессы проектируемого предприятия. Каждой операции этих процессов должна соответствовать работа машин и аппаратов, количество и марка которых определены при расчёте и подборе технологического оборудования.

График работы оборудования проектируемого предприятия выполняем в виде таблицы (рисунок 5.1.). В первой графе записываем на­именование машин и аппаратов в строгом соответствии с принятой технологией производства сливочного масла. Во второй и третьей графах приводим сведения о марке (типе) оборудования и его часовой производительности (вместимости). В четвёртой графе указываем количество машин и аппаратов; в пятой - сменная или суточную производительность оборудования. Последние три графы (шестая, седьмая и восьмая) обозначают смены и разбиваются на со­ответствующее число часов работы в каждой смене. В этих графах с помощью условных знаков и линий отражают время работы обору­дования при выполнении основных и подготовительно-заключительных операций. Обычно отдельно показывают наполне­ние и опорожнение резервуаров или других емкостей машин, их мойку, разборку и сборку.

Технологическое время работы оборудования рассчитываем на основании паспортной производительности машин, продолжитель­ности смены и коэффициента использования времени смены.

Очередность включения, рабо­ты и выключения машин и аппаратов должна полностью соответст­вовать очередности операций технологического процесса проекти­руемого предприятия.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7. Автомат для фасовки  масла | АРМ | 485 кг/ч | 483,1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6. Маслоизготовитель периодического  действия | ММ – 2000 | 2,32 м3 | 983,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5. Аппарат для созревания сливок | ВСМГ-1200 | 1,2 м2 | 983,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4. Пастеризационно-охладительная установка | А1-ОКЛ-1 | 10000 л/ч | 983,7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3. Сепаратор-сливкоотделитель | Ж5-ОСН-С | 10000 л/ч | 10000 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2.Трубчатый теплообменный аппарат | П8-ОУП-10/5 | 10000 л/ч | 10000 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1. Резервуар-термос | В2ОГМ-10 | 10000м3 | 10000 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Наименование  оборудования | Тип, марка | Производительность, емкость | Сменная (суточная) мощность | 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 смена | | | | | | | | | | 2 смена | | | | | | | | |
| Время работы | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1 2 3 4 5

1- работа оборудования; 2 – опорожнение; 3 – наполнение; 4 – заключительные операции; 5 – подготовка к работе

Рисунок 5.1. График работы оборудования

**6. Расчет производственных площадей**

Площадь приемного и аппаратного цехов рассчитываем по формуле:



где - суммарная площадь занятая технологическим оборудованием без учета площадок обслуживания, м2;

*k* – коэффициент запаса площади, который зависит от характера производства, наличия транспортных средств, линейных размеров оборудования.

Для приемного цеха *k1* =4...6; для маслодельного цеха *k2* =3...4 [10] стр. 36.

Принимаем для расчета *k1* =6 и *k2* =4. Тогда:





Площадь камеры хранения готовой продукции определяем по выражению:



где *т* – количество продукции единовременно находящейся на хранении, кг;

*q* – нагрузка площади камеры, кг/м2;

*k* – коэффициент использования площади.

При производстве масла сливочного в пачках по 200 г *q* =1686 *k* =0,6 [10] табл. П2 стр. 49.

Количество продукции, единовременно находящейся на хранении определяем по формуле:



где *тс* – количество продукции, выработанной за сутки, кг;

*Т* – срок хранения продукции или сырья, сутки. (*Т* =5...10 суток) [10] табл. П2 стр. 49. Принимаем *Т* =10 суток.





**Заключение**

Приведенные расчеты показывают, что при переработке 10000 кг молока в сливочное масло крестьянское продолжительность общая продолжительность процесса составит 16 часов. При этом количество получаемого масла будет равно 483,1 кг.

Технологическая линия производства будет включать оборудование восьми различных наименования.

Потребная площадь производственных помещений составит 135,4 м2.

**Список литературных источников**

1. Белоусов А. П. Физико-химические процессы в производстве масла сбиванием сливок. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 264 с.
2. Вышемирский Ф. А. Коровье масло и его аналоги. Молочная промышлен­ность. - 1999. - № 2. - С. 5...6.
3. Вышемирский Ф. А. Маслоделие в России. (История, состояние, перпективы). - Углич: Рыбинский Дом печати, 1998. — 592 с.
4. Вышемирский Ф. А. Производство сливочного масла. — М.: Агропромиздат, 1987. - 272 с.
5. Вышемирский Ф. А., Иванова Н. В., Абросимова С. В. «Масло из коровьего молока» — новый российский стандарт. Молочная промышленность. — 2000. -№10.-С. 18...20.
6. Гальперин Д.М. Оборудование молочных предприятий: монтаж, наладка, ремонт. М.: ВО «Агропромиздат» 1990. – 352с.
7. ГОСТ 37—91 Масло коровье. Технические условия. — М.: Госкомиздат. — 16 с.
8. Грищенко А. Д. Сливочное масло. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.-296 с.
9. Золотин Ю.П., Френклах М.Б., Лашутина Н.Г. Оборудование предприятий молочной промышленности. - М.: Агропромиздат, 1985.-270 с.
10. Киреев В.К. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Оборудование для переработки молока» джля студентов технологического факультета. – Рязань: РГСХА, 2000. – 65с.
11. Краснокутский Ю.В., Панченко Ю.Б. Машины и оборудование для получения цельномолочной продукции. - М.: Росагропромиздат, 1990.-254 с.
12. Крусь Г.Н., Тиняков ВТ., Фофанов Ю.Ф. Технология молока и оборудование предприятий молочной промышленности. - М.: Агропромиздат, 1986. - 279 с.
13. Курочкин А.А., Зимняков В.М., Ляшенко В.В. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства: Учебное пособие. Пенза: Пензенская ГСХА, 1997. - 227 с.
14. Курочкин А.А., Зимняков В.М., Ляшенко В.В. Дипломное проектирование по механизации переработки продукции: пособие. Пенза: Пензенская ГСХА, 1998. - 250 с.
15. Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК: Каталог. Т.1., Ч.З, Молочная промышленность. - М.: АгроНИИТЭИИТО, 1990.-258 с.
16. Машины и оборудование для цехов и предприятий малой мощ­ности по переработке сельскохозяйственного сырья: Каталог. 4.1. - М.: Информагротех, 1992. - 257 с.
17. Номенклатурный каталог. Оборудование технологическое для переработки мо­лока. М.: Арго Системмаш, 2000. — 100 с.
18. Производство сливочного масла. Справочник. Под ред. Ф. А. Вышемирского. — М.: Агропромиздат, 1988. — 304 с.
19. Сборник технологических инструкций по производству сливочного и топлено­го масла. Под ред. Ф. А. Вышемирского — Углич: НПО «Углич», 1994. — 364 с.
20. Сливки из коровьего молока. ТУ 10.02. 867-90. — Углич: - НПО «Углич», 1990. — 12 с.
21. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Технологии и рецептуры. Том 2 «Масло коровье и комбинированное», С-П.: ГИОРД, 2003. – 257с.
22. Туников Г.М., Морозова Н.И., Шашкова И.Г., Колонтаева С.М. Технология производства и переработки продукции животноводства. Часть 1. Технология производства и переработки молока. Рязань.: «Приз». – 2003. – 284 с.

**Приложение**