

Министерство сельского хозяйства РФ
ФГОУ ВПО «Вологодская государственная молочнохозяйственная
академия им. Н.В. Верещагина»

Л.А. Буйлова

ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ

Рекомендовано редакционно-издательским советом ВГМХА им. Н.В. Верещагина в качестве лабораторного практикума для студентов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов «Технология сырья и продуктов животного происхождения» по специальности 260303.65 «Технология молока и молочных продуктов» и по направлениям подготовки 260100.62 и 260100.67 «Технология продуктов питания»

Вологда – Молочное
2010

УДК 637.17(07)

ББК 36.95 я7

Б-905

Рецензент – доцент **В.С. Кузнецова**

Буйлова Л.А.

Б-905 Технология молочных консервов: Лабораторный практикум/
Л.А. Буйлова.– 2-е изд., перераб. и доп. – Вологда–Молочное: ИЦ
ВГМХА, 2010. – 89 с.

ISBN 978-5-98076-105-9

Лабораторный практикум содержит теоретическую часть для подготовки к лабораторно-практическим занятиям по технологии молочных продуктов (раздел «Технология молочных консервов») и практическую часть – методические указания по проведению этих занятий. Перечень и продолжительность занятий корректируются ежегодно в соответствии с учебным планом.

Лабораторный практикум предназначен для студентов технологического факультета по направлению подготовки дипломированных специалистов 655900 «Технология сырья и продуктов животного происхождения», специальность 260303.65 «Технология молока и молочных продуктов» и по направлениям подготовки 260100.62 и 260100.68 «Технология продуктов питания».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина.

УДК 637.17(07)

ББК 36.95 я7

ISBN 978-5-98076-105-9

© Буйлова Л.А., 2010

© ИЦ ВГМХА, 2010

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ТЕКСТЕ

Масса, кг:

Мм, Мо, Мсл, Мсыв, Мсм, Мсг, Мсах, Мнап, Мпр, Мвл, соответственно, молока, обезжиренного молока, сливок, сыворотки, смеси, сгущенной смеси, сахара, наполнителя, продукта, влаги.

Массовая доля, %, жира, сухого молочного остатка, сухого обезжиренного молочного остатка, сухих веществ, белка, лактозы, сахара, кофе, наполнителя:

Жм, СМОм, СОМОм, См, Белок м, Лакт м – молока,

Жо, СМОо, СОМОо, Со, Белок о, Лакт о – обезжиренного молока,

Жсл, СМОсл, СОМОсл, Ссл, Белок сл, Лакт сл – сливок,

Жсыв, СМОсыв, СОМОсыв, Ссыв, Белок сыв, Лакт сыв – сыворотки,

Жсм, СМОсм, СОМОсм, Ссм, Белок см, Лакт см – смеси,

Жсг, СМОсг, СОМОсг, Ссг, Белок сг, Лакт сг – сгущенной смеси,

Жпр, СМОпр, СОМОпр, Спр, Белок пр, Лакт пр, Сах пр, Кофе пр, Нап пр – продукта,

Жпр.раст – жира продукта растительного,

Ссир – сухих веществ сахарного сиропа.

Базисная жирность молока, %, – Жб.

Температура, °С, – Т°С.

Плотность, °А, – Д°А.

Кислотность, °Т – К°Т.

КМАФАНМ – количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов,

БГКП – бактерии группы кишечных палочек,

КОЕ – колонии образующие единицы,

ККФК – казеинаткальцийфосфатный комплекс,

ККФК_{Н2О} – казеинаткальцийфосфатный комплекс в водной части продукта,

Лакт_{Н2О} – лактоза в водной части продукта,

ВВА – вакуум-выпарной аппарат,

W – выпаривательная способность ВВА или сушилки, кг/ч испаренной влаги (и.в.),

τ – продолжительность процесса, ч,

n – степень концентрирования, для сгущенных продуктов – степень сгущения.

Потери, %:

Пж, Пс, Псах, соответственно, жира, сухих веществ, сахара.

Коэффициенты потерь:

Кп.ж, Кп.с, Кп.сах, соответственно, жира, сухих веществ, сахара.

Занятие 1

СГУЩЕНИЕ ПРИ ВЫРАБОТКЕ СУХОГО МОЛОКА

- Цели занятия:*
- изучение технологии сгущения в пленочном вакуум-выпарном аппарате;
 - ознакомление с технологией сухого цельного и сухого обезжиренного молока;
 - исследование изменения состава и свойств молока при сгущении.

Теоретическая часть

Сгущение – это удаление свободной влаги из молочной смеси без нарушения ее текучести.

При выработке сгущенных и сухих молочных продуктов свободную влагу удаляют в виде пара (сгущение выпариванием), жидкости (обратный осмос) и в твердом виде (криоконцентрирование).

На молочноконсервных заводах России применяют сгущение в вакуум-выпарных аппаратах.

Степень концентрирования, или степень сгущения принято обозначать n , эта величина показывает во сколько раз в процессе сгущения, или сгущения и сушки, увеличилась массовая доля сухих веществ или любого компонента массовой доли сухих веществ.

$$n = C_{\text{спр}}/C_{\text{см}} = \text{СМО}_{\text{пр}}/\text{СМО}_{\text{см}} = \text{Ж}_{\text{пр}}/\text{Ж}_{\text{см}} = \\ = \text{СОМО}_{\text{пр}}/\text{СОМО}_{\text{см}} = \text{Белок пр}/\text{Белок см} = \text{М}_{\text{см}}/\text{М}_{\text{пр}} \dots$$

Режимы и особенности сгущения зависят от применяемой техники – циркуляционных объемных или пленочных ВВА (см. табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Режимы сгущения выпариванием

Сгущение выпариванием	Параметры и показатели	
	Температура сгущения	Продолжительность сгущения
В циркуляционных однокорпусных ВВА	$T = (59 \pm 5)^\circ\text{C}$	Работа по отдельным варкам, продолжительность варки от 40 мин до нескольких часов в зависимости от вида продукта (кратности концентрирования)
В циркуляционных двухкорпусных ВВА	1 корпус $(75 \pm 5)^\circ\text{C}$, 2 корпус $(52 \pm 5)^\circ\text{C}$	
В пленочных ВВА	1 корпус $72\text{--}74^\circ\text{C}$, 2 корпус $60\text{--}72^\circ\text{C}$, 3 корпус $46\text{--}48^\circ\text{C}$	3–15 мин

Преимущества пленочных вакуум-выпарных аппаратов связаны с меньшей продолжительностью сгущения, меньшими температурным воздействием на концентрированный продукт и расходом пара; более высокими концентрациями сгущенного молока, поточным режимом работы.

При сгущении молока, побочного молочного сырья, нормализованных смесей перед сушкой целесообразно применять пленочные вакуум-выпарные аппараты.

Повышение степени сгущения:

- снижает затраты энергии на выработку сухого молока, так как на удаление одного килограмма влаги при сгущении расходуется теплоты почти в 10 раз меньше, чем при сушке;
- положительно влияет на качество вырабатываемого сухого молока за счет меньшего теплового воздействия при сушке.

Однако по мере увеличения концентрации сухих веществ в сгущенном молоке увеличивается его вязкость, затрудняется выпуск продукта из ВВА, подача его на сушку и распыление в сушилке.

Вязкость в процессе сгущения увеличивается сначала незначительно. Установлено, что массовая доля ККФК_{н2о}, равная 18–20%, – это критическое значение, при котором, из-за удаления большей части влаги, начинается непосредственный контакт частиц ККФК друг с другом, межмолекулярные силы сцепления способствуют агрегатированию частиц ККФК, что сопровождается

ется образованием новой структуры и скачкообразным повышением вязкости.

При сгущении молочного сырья с большим содержанием белка структурообразование начинается раньше, поэтому предельная степень сгущения обезжиренного молока меньше, чем цельного. Сыворотка практически не содержит казеин, роста вязкости, связанного с концентрированием белка, при ее сгущении не происходит.

Периодический способ сгущения, длительное тепловое воздействие, повышенная температура сгущения стимулируют рост вязкости, поэтому различаются рекомендуемые концентрации сухих веществ молочного сырья, сгущаемого в вакуум-выпарных аппаратах разной конструкции (см. табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Максимальные концентрации сгущенного молочного сырья перед сушкой, %

Вид молочного сырья	Сгущение в пленочном ВВА	Сгущение в циркуляционном ВВА
Молоко	55	50
Обезжиренное молоко	50	42
Сыворотка	60*	72*

* В технологии сушки сверхконцентрированной сыворотки.

В процессе сгущения линейно увеличивается титруемая кислотность молочной смеси. Причина роста кислотности – концентрирование составных частей, обладающих кислотными свойствами. В свежем молоке это белки, кислые соли, в молоке или сыворотке с повышенной кислотностью – свободная молочная кислота.

Повышение титруемой кислотности при сгущении молока не оказывает отрицательного влияния на процесс и не ощущается органолептически, если не повышена исходная кислотность молока и отсутствует свободная молочная кислота. Сгущение молока повышенной кислотности сопровождается концентрированием молочной кислоты, которая снижает отрицательный заряд казеиновых мицелл и вызывает нарушение структуры ККФК – отщепление фосфата кальция и структурообразующего кальция.

Концентрирование молока сопровождается изменением его вкуса и цвета.

Характеристика сухого молока

Принцип консервирования – ксероанабиоз.

Способ консервирования – понижение активности воды удалением влаги при сгущении и сушке.

Виды продукта – молоко сухое цельное (СЦМ) и молоко сухое обезжиренное (СОМ).

Нормируемые показатели сухого молока приведены в табл. 1.3 и 1.4.

Таблица 1.3 – Органолептические показатели сухого молока по ГОСТ Р 52791–2007 Консервы молочные. Молоко сухое. Технические условия

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Мелкий порошок или порошок, состоящий из единичных и агломерированных частиц сухого молока (в зависимости от способа сушки). Допускается незначительное количество комочков, рассыпающихся при легком механическом воздействии
Цвет	Белый, белый со светло-кремовым оттенком
Вкус и запах	Свойственные свежему, пастеризованному обезжиренному или цельному молоку, без посторонних привкусов и запахов. Допускается привкус и запах кипяченого молока

Таблица 1.4 – Физико-химические показатели сухого молока по ГОСТ Р 52791–2007 Консервы молочные. Молоко сухое. Технические условия

Наименование показателя	Норма для продукта	
	обезжиренного	цельного
Массовая доля влаги, %, не более, для продукта, упакованного: - в потребительскую тару - в транспортную тару	4,0 5,0	4,0 4,0
Массовая доля жира, %	Не более 1,5	Не менее 25
Массовая доля белка в сухом обезжиренном молочном остатке, %, не менее	34,0	
Индекс растворимости, см ³ сырого осадка, не более	0,2	
Чистота, группа, не ниже	I	
Кислотность, °Т, Массовая доля молочной кислоты, не более	16–21 (0,162)	

Широко распространена фальсификация сухого молока сы-вороткой. Массовая доля белка 34% – подтверждение натуральности продукта.

Титруемую кислотность продуктов определяют после восстановления. Индекс растворимости нормируется во всех сухих молочных продуктах и характеризует полноту растворения сухого молока – переход сухих веществ в раствор без выпадения осадка.

Показатели безопасности сухого цельного и сухого обезжиренного молока приведены в техническом регламенте на молоко и молочную продукцию (88-ФЗ). В табл. 1.5 перечислены микробиологические показатели безопасности.

Таблица 1.5 – Микробиологические показатели сухого цельного и сухого обезжиренного молока для непосредственного применения

Показатель	Норматив
КМАФАМ, КОЕ/г, не более	$5 \cdot 10^4$
Наличие БГКП не допускается	В 0,1 г продукта
Патогенные микроорганизмы – не допускаются	В 25 г продукта
Коагулазоположительные стафилококки не допускаются	В 1 г продукта

Срок годности продукта, условия и режимы его хранения устанавливает производитель.

*Технология сухого обезжиренного молока
с использованием контактной сушки*

В соответствии с новым национальным стандартом на сухое молоко пахта исключена из видов молочного сырья на выработку СОМ и СЦМ. В перечне видов сырья нет и обезжиренного молока, этим исключается приемка на завод обезжиренного молока как сырья, а предполагается получение его непосредственно на заводе из стандартного (не ниже второго сорта) молока-сырья, кислотностью не более 18° Т.

Выработка сухого молока с нормируемым повышенным содержанием белка предъявляет аналогичные требования к молоку-сырью. Исследования по влиянию содержания белка в молоке-сырье на содержание белка в сухом обезжиренном молоке проводились нами в 2006–2007 годах в условиях Вологодской области. Установлено, что для получения стандартного по белку сухого обезжиренного молока массовая доля белка в молоке-сырье должна быть не менее 3,15%.

Тепловая обработка, в соответствии с рекомендациями Всероссийского научно-исследовательского института молочной промышленности (ВНИМИ), проводится при температуре 95°C, для инактивации липаз, плазмина и уничтожения психротрофных микроорганизмов.

При тепловой обработке должна пройти денатурация сывороточных белков. Сохраняемость продукта: стойкость к окислению при длительном хранении – ухудшается, если молочный порошок приготовлен из молока, в котором большая часть сывороточных белков остается в не денатурированном состоянии. Перед контактной сушкой молоко сгущают до массовой доли сухих веществ $(31 \pm 1)\%$.

Сгущенное молоко необходимо сразу подавать на сушку, время кратковременного резервирования не должно превышать 1 ч. В случае вынужденного хранения сгущенное молоко охлаждают до температуры $(6 \pm 2)^\circ\text{C}$.

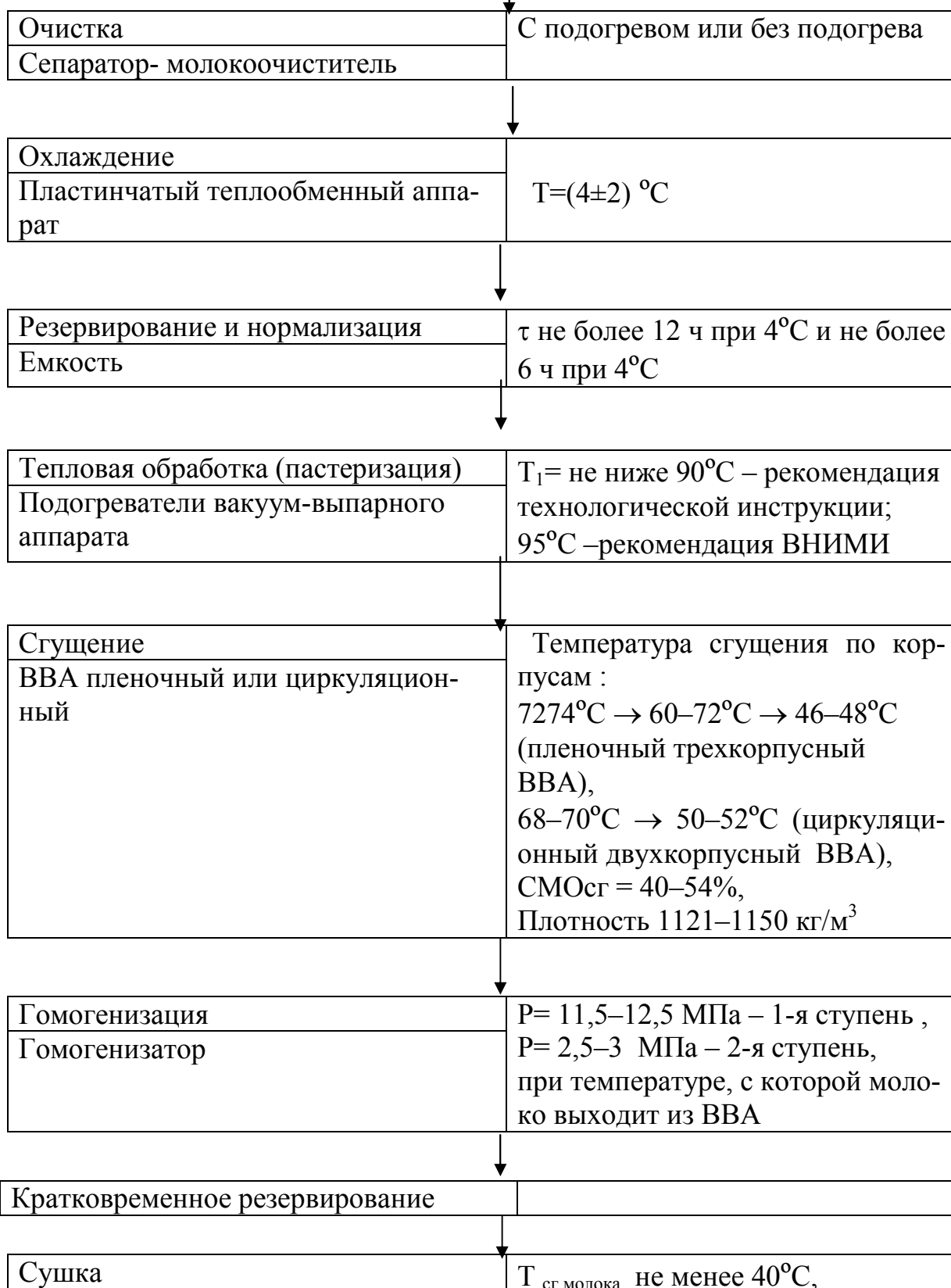
Температура подаваемого на сушку сгущенного молока 50–60°C. Сгущенное молоко валиками, напылением или наливом равномерно распределяется по поверхности вальцов. Поступление сгущенного молока регулируют так, чтобы тонкий слой молока высыхал равномерно и полностью, образуя пленку. $T_{\text{пара}} = 135\text{--}140^\circ\text{C}$.

При высушивании молоко, особенно слой, контактирующий с нагретой поверхностью вальца, может нагреваться до температуры, близкой к 100 °C, при этом денатурация белков вызывает понижение растворимости.

Пленку сухого молока, снятую с вальцов, с помощью шнеков или пневматически направляют на размол, просеивание и упаковку в транспортную тару.

*Схема производства СЦМ с использованием
одностадийной распылительной сушки*

Приемка и отбор молока



Распылительная сушилка	
↓	
Охлаждение и фасование в потребительскую и транспортную тару	15–20°С

Распылительная сушка отличается от контактной возможностью применения для всех видов молочного сырья, более высокой скоростью, меньшим температурным воздействием на составные части молока, отсутствием контакта сгущенного продукта с внутренней поверхностью сушилки, что упрощает решение проблемы коррозии и выбор материала для сушильной камеры.

Особенности технологии сухого цельного молока

1) Центробежная очистка молока обязательна. В нецентрифугированном сырье присутствуют нерастворимые взвешенные компоненты. Их количество увеличивается при пастеризации, сгущении, сушке, при этом снижается растворимость сухого молока.

2) Выпаривание молока в пленочных ВВА позволяет получить сухое молоко с гораздо лучшей растворимостью, чем в ВВА циркуляционного типа за счет меньшего теплового воздействия при сгущении и сушке.

3) Гомогенизация снижает содержание свободного и поверхностного жира в готовом продукте и тем самым повышает смачиваемость – первую стадию растворения и предупреждает появление салостого привкуса.

Содержание свободного жира в продукте, выработанном из гомогенизированного молока, в 4–6 раз, а поверхностного в 1,5–2 раза меньше, чем в продукте, выработанном из не гомогенизированного молока, однако технологическая инструкция допускает выработку сухого цельного молока без гомогенизации при отсутствии на заводе гомогенизатора.

4) Длительное резервирование сгущенного молока перед сушкой недопустимо, т.к. оно сопровождается понижением температуры, отстоем белково-жирового слоя, увеличением вязкости и загустеванием.

5) Сгущенное молоко на диске или через форсунки распыляется в виде тумана со средним размером отдельных капель около 50 мкм. Горячий воздух, подаваемый в сушилку с температурой от 165 до 190 °С, является источником тепла и поглотителем влаги.

Сушка происходит, главным образом, в зоне распыления, почти мгновенно, за 2 с, общее время пребывания продукта в сушилке составляет от 5 до 30 с.

6) Температура частиц сухого продукта в зоне сушки практически постоянна и равна температуре мокрого термометра, она может быть определена по диаграмме I-d в зависимости от начальной температуры и влажности воздуха, подаваемого в сушилку, и не превышает 60 °С, что ниже, чем при контактной сушке.

7) Температура воздуха, выходящего из сушилки, 65–90°С. Пониженная температура соответствует более высокой относительной влажности воздуха и большему содержанию влаги в сухом молоке.

8) Влага продукта – не более 4%. При повышенном влагосодержании кислород воздуха значительно быстрее адсорбируется сухим молоком, и окислительные процессы в жировой фазе протекают значительно быстрее. Растворимость сухого молока снижается в процессе хранения тем быстрее, чем выше содержание в нем влаги.

9) Охлаждение сухих продуктов, особенно содержащих жир, обязательно до фасования продуктов в тару.

Охлаждение сухого цельного молока должно быть проведено в пневмотрассе или в конвективной сушилке до температуры 15–20°С, т.е. до температуры массовой кристаллизации молочного жира.

10) Применение бункеров при фасовании сухого молока позволяет снизить трудоемкость процесса, освободить рабочих от работы в ночную смену.

11) Допустимые отклонения массы сухого молока – не более $\pm 3\%$ при фасовании в потребительскую тару и не более $\pm 1\%$ при фасовании в транспортную тару.

Практическая часть

Оборудование, материалы

1. Малогабаритный вакуум-выпарной аппарат фирмы CPS типа «MINIVAP», работающий по принципу падающей пленки и предназначенный для сгущения жидких продуктов в малых объемах.

2. Лабораторное оборудование:

- вискозиметр ВЗ-246;
- секундомер;
- набор ареометров;
- титровальная установка;
- оборудование для определения массовой доли жира;
- термометры стеклянные.

3. Молоко натуральное коровье – сырье.

Методика проведения занятия

Предлагается домашняя подготовка по теме занятия, ответы на контрольные вопросы, изучение устройства вакуум-выпарного аппарата, пуск его на воде, получение на УОМЗ молочного сырья, его нормализация, тепловая обработка, сгущение, отбор проб сгущенного молока, исследование изменения его свойств при сгущении, заполнение журнала лабораторных работ, формулировка выводов по результатам исследования.

Содержание занятия

1. Контроль знаний по прилагаемым контрольным вопросам.
2. Изучение устройства и принципа действия вакуум-выпарного аппарата и правил его безопасного обслуживания.

Характеристика, устройство, принцип действия вакуум-выпарного аппарата

На рис. 1.1 показан внешний вид вакуум-выпарного аппарата, в табл. 1.6 приведена его характеристика.

Таблица 1.6 – Техническая характеристика аппарата

Показатель	Значение
Производительность по испаренной влаге	40 кг/ч
Температура сгущения	40 °С
Расходные данные:	
• пар	45 кг/ч
• электроэнергия	4,5 кВт
• холодная вода	1,5 м ³ /ч
Габаритные размеры:	
• длина	1,5 м
• ширина	1 м
• высота	2,8 м

Разрежение, создаваемое в аппарате вакуумным насосом, соединенным с конденсатором, позволяет снизить температуру кипения и проводить сгущение в щадящем режиме.

Процесс выпаривания происходит при стекании продукта через кипяtilьные трубки тонкой пленкой вниз. Пар отделяется от концентрата в сепараторе, расположенном вокруг нижней части калоризатора.

Пар конденсируется холодной водой в конденсаторе, конденсат откачивается вакуум-насосом. Концентрат выгружается из днища калоризатора и сепаратора с помощью насоса.

Вакуум-выпарной аппарат сконструирован с расчетом на безразборную химическую мойку. Рекомендуется использовать растворы каустической соды (NaOH) и азотной кислоты (HNO₃).

Порядок пуска и работы на вакуум-выпарном аппарате

Подготовка к работе и пуск компрессора для подачи сжатого воздуха к клапанам вакуум-выпарного аппарата.

1) Проверить краны на воздушной линии:

- после компрессора;
- после осушителя;
- перед вакуум-выпарным аппаратом.

Краны должны быть закрыты.

Кнопки «пуск» у компрессора и у осушителя поставить в положение «1».

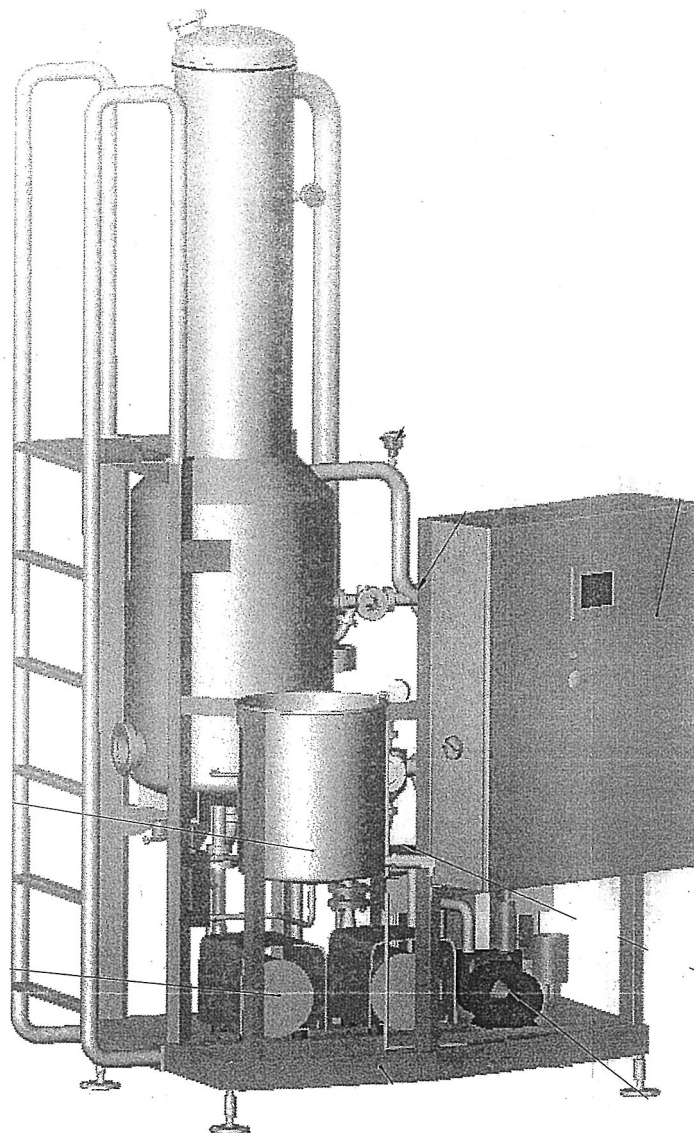


Рис.1.1. Внешний вид вакуум-выпарного аппарата

2) Проверить краны на воздушной линии:

- после компрессора;
- после осушителя;
- перед вакуум-выпарным аппаратом.

3) На щите подачи электроэнергии включить:

- компрессор;
- осушитель;
- вакуум-выпарной аппарат.

4) Открыть на воздушной линии кран на вакуум-выпарной аппарат.

5) Медленно открыть воздушные краны:

- после компрессора,
- после осушителя.

Пуск вакуум-выпарного аппарата

1) Изолировать внутреннее пространство вакуум-выпарного аппарата:

- закрыть впускной (черного цвета, у ротаметра) и выпускные (синего цвета) краны;
- проверить герметичность прилегания стекол в смотровых окнах на верхней крышке аппарата и на сепараторе.

2) Включить пульт управления вакуум-выпарным аппаратом:

- повернуть ручку на правой боковой стенке пульта по часовой стрелке;
- касанием руки включить дисплей;
- заглубить красную ручку аварийной остановки, слегка повернуть ее против часовой стрелки и нажать горящую кнопку сброса. Она включается после отключения электроэнергии или аварийного отключения. В рабочем состоянии эта кнопка должна быть в выключенном состоянии;
- выбрать язык (русский или английский), на котором будет даваться информация на дисплее.

3) Подать пар:

- на участок сгущения;
- к вакуум-аппарату;
- после подачи пара **очень осторожно** выпустить конденсат из паропроводов;
- перекрыть кран выпуска конденсата;
- уменьшить поступление пара к вакуум-аппарату;
- полностью открыть паровой вентиль (синего цвета, в нижней части), входящий в комплект вакуум-выпарного аппарата.

4) Подать воду на конденсатор и на сальники насосов (два крана красного цвета в нижней части аппарата).

5) Проверить давление сжатого воздуха, поступающего к аппарату. Оно должно быть 5–6 бар. Дальнейшее управление работой аппарата осуществляется с дисплея. Внешний вид дисплея приведен на рис. 1.2.

6) Включить вакуум-насос М3 для создания разрежения в аппарате. Разрежение должно быть 0,85–0,9 атм.

7) Пуск аппарата осуществляется на чистой горячей воде. Масса воды или молока – не менее 50 кг. Забирать воду в аппарат из приемного бака при полностью открытом ротаметре до накопления уровня воды в смотровом окне, при этом шаровой кран в нижней части калоризатора, обеспечивающий возможность циркуляции в аппарате, должен быть в закрытом положении.

8) Включить насос М2 для удаления конденсата.

9) Включить насос М1, обеспечивающий циркуляцию в вакуум-выпарном аппарате, при этом шаровой кран в нижней части сепаратора должен быть в открытом положении.

10) Через клапан V2 подать охлаждающую воду на конденсатор.

11) Через клапан V3 подать пар в вакуум-выпарной аппарат.

Процесс пуска завершен.

Процесс сгущения

Регулируя ротаметром и краном циркуляционного насоса уровень жидкости в аппарате (до середины смотрового стекла), вести процесс испарения. Наблюдать за параметрами процесса по дисплею. При сигнале дисплея «Аварийная ситуация» выяснять ее причину.

При разрежении в аппарате менее 0,8 атм прекращать забор сгущаемой жидкости, чтобы не допустить переполнения аппарата. Подачу жидкости в аппарат продолжать после восстановления требуемых параметров сгущения. Перекрыть заборный кран (у ротаметра) после забора всей жидкости из приемного бака.

Для выпуска воды:

- закрыть подачу пара через клапан V3, для предотвращения перегрева аппарата;
- открыть выпускной кран, подставив приемную емкость.

Остановка аппарата

Остановка аппарата проводится с дисплея последовательным закрытием клапанов V3 и V2 и выключением насосов М1, М2, М3. После окончания процесса нарушить вакуум, открыв нижний выпускной кран и кран поступления жидкости в аппарат через ротаметр. При сгущении молока процесс начать и проводить аналогично.

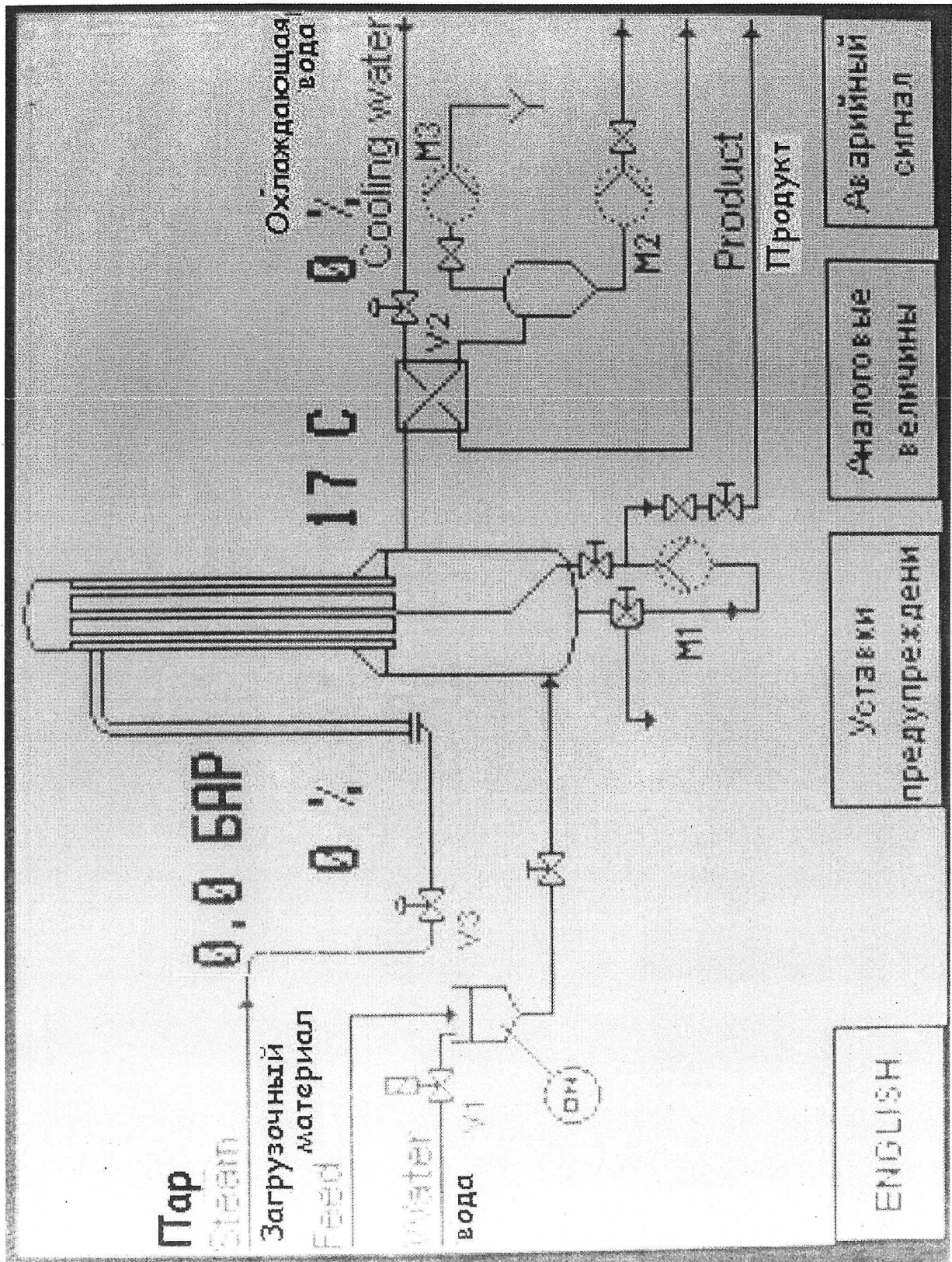


Рис. 1.2 Внешний вид дисплея

3. Технологический процесс производства сухого молока (кроме сушки).

3.1. Получение 50 кг молока.

3.2. Оценка качества исходного сырья по показателям, приведенным в журнале лабораторных работ по технологии молочных продуктов (далее по тексту – в журнале лабораторных работ). Для нахождения СМО, СОМО, Ж/СОМО рекомендуется расчетная таблица (см. прилож. 1 лабораторного практикума).

3.3. Расчет и проведение нормализации при выработке СЦМ. Для определения массы компонента нормализации рекомендуется расчетная таблица, составленная проф. Л.В. Чекулаевой (см. прилож. 2 лабораторного практикума). Рассчитанная масса компонента нормализации вносится в емкость с молоком до его тепловой обработки.

3.4. Тепловая обработка нормализованного молока в емкостном аппарате при режимах, рекомендуемых технологическими инструкциями.

3.5. Сгущение молока до массовой доли сухих веществ 45–50% с отбором проб через каждые 20 мин сгущения. Исследование образцов, охлажденных до 20°C. Определение:

- плотности;
- титруемой кислотности;
- условной вязкости (на вискозиметре ВЗ-246);
- органолептических показателей.

Замер параметров сгущения:

- температур сгущения, греющего пара, конденсата;
- общей продолжительности сгущения.

3.6. Расчет:

• массовой доли жира и сухих веществ нормализованного молока (по жиробалансу и балансу сухих веществ),

• массовой доли сухих веществ сгущенного молока по зависимости этой величины от плотности, приведенной в лабораторном журнале,

- степени сгущения, n :

$$n = \text{СМО}_{\text{сг}} / \text{СМО}_{\text{см}},$$

- массовой доли жира в сгущенном молоке, $\text{Ж}_{\text{сг}}$, %:

$$\text{Ж}_{\text{сг}} = \text{Ж}_{\text{см}} \cdot n,$$

- массовой доли сухих обезжиренных веществ смеси, $СМО_{сг}$, %,

$$СМО_{сг} = СМО_{см} - Ж_{сг},$$

- отношения $Ж_{сг}/СМО_{сг}$,
- фактической выпаривательной способности $ВВА$, $W_{факт}$, на основе материального баланса выпаривания и общей продолжительности сгущения,

$$M_{вл} = M_{см} \cdot \left(1 - \frac{СМО_{см}}{СМО_{сг}}\right),$$

$$W_{факт} = M_{вл} / \tau.$$

4. Заполнение лабораторного журнала. Определение и объяснение зависимости титруемой кислотности и вязкости от массовой доли сухих веществ. Построение графиков.

5. Санитарная обработка вакуум-выпарного аппарата в последовательности:

5.1. Работать на воде с рециркуляцией, без запуска пара, то есть в холодном состоянии. Слить как можно больше воды, не вызывая кавитацию в насосе.

5.2. Добавить в питающий резервуар 2%-ный раствор каустической соды и проводить рециркуляцию в течение 20 мин. Слить раствор каустической соды из всего аппарата.

5.3. Работать с рециркуляцией воды в течение 15 мин. Слить воду из трубчатой нагревательной колонны. Чтобы это сделать, выключить вакуумный насос, открыть клапан под трубчатой нагревательной колонной, когда восстановится нормальное давление, вода выльется из клапана.

5.4. Добавить в питающий резервуар 2%-ный раствор азотной кислоты и проводить рециркуляцию в течение 15 мин. Слить как можно больше азотной кислоты из трубчатой нагревательной колонны, не вызывая кавитацию в насосе.

5.5. Работать с рециркуляцией воды в течение 15 мин. Слить воду из трубчатой нагревательной колонны. Для этого выключить вакуумный насос, открыть клапан под трубчатой нагревательной колонной, когда восстановится нормальное давление, вода выльется из клапана.

5.6. Выключить установку. Когда установка остынет, вымыть ее вручную.

5.7. После завершения работы, процесса санитарной обработки, выключения клапанов и насосов выключить пульт управления ВВА поворотом ручки на боковой стенке пульта против часовой стрелки. Программа санитарной обработки ВВА и распылительной сушилки приведена в табл. 1.7.

Контрольные вопросы:

1. Виды сухого молока. Их характеристика по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Принцип и способ консервирования.

2. Какие операции входят в технологическую схему производства сухого молока?

3. Какие режимы тепловой обработки применяют при выработке сухого молока обезжиренного и цельного?

4. Как изменяются состав и свойства молока в процессе сгущения выпариванием?

5. Какова оптимальная степень концентрирования молока перед сушкой?

6. Какие преимущества имеет сгущение молока в пленочных вакуум-выпарных аппаратах в сравнении с циркуляционными?

7. Как способ сушки (контактная или распылительная) влияет на качество сухого молока?

Рекомендуемая литература

1. ГОСТ Р 52791–2007 Консервы молочные. Молоко сухое. Технические условия.
2. Технологическая инструкция по производству сухого обезжиренного молока. Сборн. ТИ по производству мол. консервов. Ч. 4.– М., 1985.– 121 с.
3. Технологическая инструкция по производству сухого цельного молока. Сборник ТИ по производству молочных консервов. Ч. 4.– М., 1985.– 121 с.
4. Технология молока и молочных продуктов /Г.Н. Крусь, А.Г. Храмов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; Под ред. А.М. Шалыгиной.– М.: Колос, 2007. – 454 с.
5. Голубева Л.В. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока.– М.: ДеЛи принт, 2005.– 376 с.
6. Липатов Н.Н., Харитонов В.Д. Сухое молоко.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.– 263 с.
7. Чекулаева Л.В., Чекулаев Н.М. Сгущенные молочные консервы.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.– 264 с.
8. Буйлова Л.А. Технология сухих молочных продуктов. Учебно-методическое пособие.– Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2007.– 168 с.

Таблица 1.7 – Программа санитарной обработки оборудования для производства сухого молока

	Ополаскивание водой		Циркуляция щелочи ¹		Ополаскивание водой		Циркуляция кислоты ²			Ополаскивание водой		
	t, °C	τ, МИН*	t, °C	τ, МИН	C, %	t, °C	τ, МИН**	T, °C	τ, МИН	C, %	t, °C	τ, МИН***
Пленочный ВВА	75..80	15..20	75..80	30..35	2,5	75..80	20..25	75..80	20..30	1,0..1,5	75..80	25..30
Сушильная установка	30	5..10	75..80	60..90	1,0	30	10..15	75..80	20..30	1,0..1,5	30	10..15

¹ – В качестве щелочного моющего раствора используется раствор каустической соды NaOH.

² – В качестве кислотного моющего раствора используется раствор азотной кислоты HNO₃.

* – до отсутствия смываемых водой загрязнений (молока, сухого молока).

** – до отсутствия следов щелочи.

*** – до отсутствия остатка кислоты.

Занятие 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СГУЩЕННЫХ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ И СУХИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Цель занятия – • ознакомление с общей методикой расчетов нормализации молока, добавок, готового продукта, удельного расхода сырья, с технологическими расчетами концентрирования при производстве сгущенных молочных консервов и сухих молочных продуктов.

Теоретическая часть

Нормализация – это регулирование состава молока для получения продукта требуемого состава.

Расчеты нормализации основаны на том, что при выработке сгущенных молочных консервов и сухих молочных продуктов в процессах сгущения и сушки из молочного сырья удаляется только влага. Массовая доля всех составных частей сухого вещества увеличивается в одно и то же число раз, равное степени концентрирования, n .

Все продукты концентрирования молока можно разделить на две большие группы:

Первая группа – в продуктах регламентируется только массовая доля сухих веществ, причем

$$C_{пр} = C_{МОпр}.$$

Эти продукты вырабатываются без проведения нормализации молочного сырья, требуемый состав продукта обеспечивается концентрированием при сгущении и сушке.

$$n = C_{пр}/C_{см} = C_{МОпр}/C_{МОсм} = M_{см}/M_{пр},$$

отсюда, без учета потерь:

$$M_{пр} = M_{см}/n.$$

Вторая группа – в продуктах нормируются различные показатели: $C_{пр}$, $C_{МОпр}$, $C_{МОпр}$, $J_{пр}$, $J_{пр.раст}$, $S_{ах пр}$, $К_{офе пр}$ и т.д. Нормирование одновременно двух и более показателей де-

лает невозможным проведение нормализации с изменением только жира смеси, например в сепараторе-нормализаторе, или только сухого обезжиренного молочного остатка. В этом случае нормализация основана на изменении в исходном молоке соотношения тех показателей, которые нормируются в продукте.

Пусть А и В – любые нормируемые составляющие сухого вещества. Используя понятие «степень концентрирования», в общем виде:

$$A_{см} \cdot n = A_{пр},$$

$$B_{см} \cdot n = B_{пр},$$

поделив первое равенство на второе, получим:

$$A_{см}/B_{см} = A_{пр}/B_{пр}.$$

Это равенство можно рассматривать как задачу нормализации: *изменение молока до такого состава, в котором отношение массовых долей любых компонентов равно требуемому в продукте:*

$$Ж_{см}/СОМО_{см} = Ж_{пр}/СОМО_{пр};$$

$$Сах_{см}/Ж_{см} = Сах_{пр}/Ж_{пр};$$

$$Кофе_{см}/Ж_{см} = Кофе_{пр}/Ж_{пр} \text{ и т.д.}$$

Рассмотрим нормализацию состава молока по жиру и сухим веществам. Это самый распространенный вид нормализации, проводимый при выработке всех продуктов, кроме нежирных. Компонентами нормализации могут быть обезжиренное молоко или сливки.

Расчеты выполняются по единой методике – по формулам баланса жира и сухих веществ.

Для рассматриваемого нами частного случая задача нормализации – обеспечение равенства:

$$Ж_{см}/СОМО_{см} = Ж_{пр}/СОМО_{пр}.$$

Часто повторяющееся в расчетах отношение $Ж/СОМО$ принято обозначать O . $Ж_{пр}/СОМО_{пр} = O_{пр}$, поэтому в процессе нормализации необходимо изменить O молока до O продукта.

Расчеты нормализации проводятся с учетом нормируемых потерь. Нормируемые потери жира и сухих веществ неравны, поэтому

вводится дополнительный коэффициент k , учитывающий неравенство, непропорциональность потерь жира и сухих веществ, и корректируется величина $O_{пр}$, она в расчетах заменяется на O_p .

$$O_p = O_{пр} \cdot k.$$

После нормализации отношение $J_{см}/C_{ОМОсм}$ должно быть равно O_p .

Коэффициент непропорциональности близок к единице, он колеблется у разных продуктов в пределах от 0,996 до 0,998, поэтому различие значений $O_{пр}$ и O_p невелико.

Технологические инструкции по производству сгущенного молока с сахаром и кофе и сгущенных сливок с сахаром и кофе не предлагают использование в расчетах этого коэффициента, т.е. расчет ведется по $O_{пр}$, а не по O_p .

Методика расчета масс компонента нормализации, сахара, добавок, готового продукта, удельного расхода сырья приведена в практической части занятия.

Применяют два способа нормализации:

- периодический – смешиванием в емкости молока и компонента нормализации;
- поточный – сепарированием молока и смешиванием обезжиренного молока и сливок в требуемых соотношениях.

Наибольшее распространение получил периодический способ нормализации.

Поточная нормализация проводится синхронно со сгущением и оправдана при непрерывно-поточном его способе, а также при соблюдении условия $O_{м} \ll O_p$, например, при выработке сухих продуктов для детского питания.

Схема состоит из двух систем автоматического регулирования:

- согласования производительности сепаратора и ВВА;
- разделения потока обезжиренного молока на основной и дополнительный.

Экономический эффект автоматической системы достигается за счет более высокой точности нормализации и исключения перерасхода жира и сухих веществ.

Варианты проведения нормализации приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Варианты проведения нормализации

Вариант	Периодический способ	Поточный способ
$\frac{Жм}{СОМОм} > Опр$	Добавление обезжиренного молока	Отбор части сливок
$\frac{Жм}{СОМОм} < Опр$	Добавление сливок	Отбор части обезжиренного молока
$\frac{Жм}{СОМОм} = Опр$	Нормализация не требуется	

Учетные единицы массы сгущенных продуктов – тысячи условных банок, туб. Одна условная банка – это 400 г, 1 туб = 400 кг.

Сухие молочные продукты учитывают в тоннах.

Нормы расхода жира, сахара, добавок не зависят от состава перерабатываемого молока и являются постоянными для данного состава продукта.

На каждую варку или сушку на заводе оформляют паспорт, в котором сравнивают фактический и нормативный расходы сырья, определяя его экономию или перерасход.

Нормативный расход сырья задается на плановый состав продукта, который приводится в технологической инструкции. Там же указывается рекомендуемое для расчетов Опр. Значение этого показателя для сгущенного молока с сахаром 0,421, однако стандартный по составу продукт может быть получен при Опр в пределах от 0,400 до 0,423.

В табл. 2.2 приведены плановый и стандартный составы сгущенного молока с сахаром.

Таблица 2.2 – Варианты состава сгущенного молока с сахаром

Показатель	Стандартный состав	Плановый состав
Жпр, %	Не < 8,5	8,72
СОМОпр, %	Не < 20	20,7
Сахпр, %	Не < 43,5	44,3
Опр	0,400–0,423	0,421

Регулирование состава вырабатываемого продукта в пределах стандартного является на молочно-консервных заводах резервом экономии, достигаемой за счет:

- снижения в нормализованной смеси доли цельного молока и увеличения доли обезжиренного молока;
- сокращения расхода сахара и других добавок;
- исключения технологической операции нормализации по жиру и сухому обезжиренному молочному остатку, что сокращает время технологического процесса и повышает стабильность белково-жировой фазы.

Упрощение расчетов нормализации

Расчеты нормализации являются повторяющимися.

В формулы определения масс сливок, обезжиренного молока, сахара, наполнителей входят величины, меняющиеся в небольших пределах: жирность молока – от 3 до 4%, плотность молока – от 26 до 30°А. Плановые показатели состава продукта постоянны.

Предложено один раз просчитать все возможные варианты и результаты расчетов представить в виде диаграмм или таблиц.

Наиболее удобны расчетные таблицы, составленные проф. Л.В. Чекулаевой. Они приведены в приложениях 2–4 и используются на лабораторно-практических занятиях по технологии молочных консервов.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие *выводы*:

1). Расчеты нормализации при выработке всех молочных консервов и сухих молочных продуктов выполняются по единой методике, основанной на постоянстве отношения содержания двух любых компонентов сухого вещества в процессах сгущения и сушки.

2). Наибольшее распространение в промышленности получил периодический способ составления нормализованной смеси.

3). Регулирование состава консервов, изменение показателей состава в пределах стандартных – резерв снижения затрат на нормализованную смесь, сокращения расхода сахара и добавок.

Практическая часть

Методика проведения занятия

Предлагается домашняя подготовка по теме занятия, ответы на контрольные вопросы, освоение единой методики расчетов и самостоятельное выполнение расчетов по заданию преподавателя.

Содержание занятия

1. Контроль знаний студентов по прилагаемым контрольным вопросам.

2. Выполнение расчетов нормализации, массы продукта, расхода сырья при выработке сгущенного молока с сахаром и сухого цельного молока.

2.1. Исходные данные для расчетов.

Заданные и рассчитанные значения записываются в табл.2.3, 2.4, 2.5.

Таблица 2.3 – Состав сырья

Сырье	Плотность, °А	Массовая доля, %			Ж/СОМО
		Ж	СМО	СОМО	
Молоко					
Сливки					
Обезжиренное молоко					

Расчетные формулы

$$\text{СМО}_m = (4,9 \cdot \text{Ж}_m + \text{Д}_m)/4 + 0,5 ,$$

$$\text{СМО}_{\text{сл}} = (100 + 9,615 \cdot \text{Ж}_{\text{сл}})/ 10,615 ,$$

$$\text{СМО}_o = \text{Д}_o/4 + \text{Ж}_o + 0,59 ,$$

$$\text{СОМО} = \text{СМО} - \text{Ж},$$

$$\text{Ж}_m/\text{СОМО}_m = \text{О}_m,$$

$$\text{Ж}_{\text{пр}}/\text{СОМО}_{\text{пр}} = \text{О}_{\text{пр}}.$$

Таблица 2.4 – Состав продуктов / /

Продукт	Массовая доля, %					Жпр -----	Сах пр -----
	Жпр	СМОпр	СОМОпр	САХпр	Впр	СОМОпр	Жпр
Сгущенное молоко с сахаром							
Сухое цельное молоко							

Состав продуктов принимается в соответствии с действующей нормативной документацией и с указанием ссылок на нее.

Для расчетов принимаются потери сырья, нормируемые в промышленности, с указанием ссылок на нормативные документы.

Таблица 2.5 – Потери сырья и коэффициенты потерь

Продукт	Потери, %, / /			Коэффициент потерь			Коэф. непропорциональности
	жира	сухих в-в	сахара	Кп ж	К п с	Кп сах	к
Сгущенное молоко с сахаром							
Сухое молоко							

Расчетные формулы

$$K_{п ж} = (100 - Пж) / 100 ,$$

$$K_{п с} = (100 - Пс) / 100 ,$$

$$K_{п сах} = 100 / (100 - Псах),$$

1

$$k = \frac{1}{1 - 0,01 \cdot Пж} ,$$

$$(1 + Опр) \cdot \frac{1}{1 - 0,01 \cdot Пс} - Опр$$

$$Ор = Опр \cdot к .$$

Масса молока для расчетов нормализации, Мм = 1000 кг.

2.2. Методика расчетов.

2.2.1. Нормализация смешиванием в емкостях.

Расчетные формулы (выделены курсивом)

<i>Выбор компонента нормализации путем сравнения O_m с O_p:</i> <i>$O_m = O_p$ – нормализация не требуется.</i>	
<i>$O_m > O_p$ – обезжиренное молоко,</i>	<i>$O_m < O_p$ – сливки,</i>
<i>$M_{см} = M_m + M_o$,</i>	<i>$M_{см} = M_m + M_{сл}$,</i>
<i>$J_{см} / СОМО_{см} = O_p$.</i>	
<i>Расчет массы компонента нормализации.</i> <i>Расчет ведется по балансу жира и сухих веществ</i>	
$\frac{M_m \cdot J_m + M_o \cdot J_o}{M_m \cdot СОМО_m + M_o \cdot СОМО_o} = O_p$	$\frac{M_m \cdot J_m + M_{сл} \cdot J_{сл}}{M_m \cdot СОМО_m + M_{сл} \cdot СОМО_{сл}} = O_p$
$M_o = \frac{J_m - СОМО_m \cdot O_p}{СОМО_o \cdot O_p - J_o} \cdot M_m,$	$M_{сл} = \frac{СОМО_m \cdot O_p - J_m}{J_{сл} - СОМО_{сл} \cdot O_p} \cdot M_m,$
<i>$M_{см} = M_m + M_o$,</i>	<i>$M_{см} = M_m + M_{сл}$,</i>
$J_{см} = \frac{M_m \cdot J_m + M_o \cdot J_o}{M_{см}},$	$J_{см} = \frac{M_m \cdot J_m + M_{сл} \cdot J_{сл}}{M_{см}},$
$СОМО_{см} = \frac{M_m \cdot СОМО_m + M_o \cdot СОМО_o}{M_{см}},$	$СОМО_{см} = \frac{M_m \cdot СОМО_m + M_{сл} \cdot СОМО_{сл}}{M_{см}},$
<i>$СМО_{см} = J_{см} + СОМО_{см}$.</i>	
<i>Расчет сахара</i>	
$\frac{Сах_{см}}{Ж_{см}} = \frac{Сах_{пр}}{Ж_{пр}} ; Сах_{см} = \frac{J_{см} \cdot Сах_{пр}}{Ж_{пр}} (\%).$	
$M_{сах} = \frac{M_{см} \cdot J_{см} \cdot Сах_{пр}}{100 \cdot Ж_{пр}} \cdot Kп_{сах}.$	
<i>Масса продукта, вырабатываемого без сахара (сухого молока):</i> $M_{пр} = \frac{M_{см} \cdot СМО_{см}}{СОМО_{пр}} \cdot Kп_{с}.$	

<p>Масса продукта, вырабатываемого с сахаром (сгущенного молока с сахаром): ($M_{см} \cdot CMO_{см}/100 + M_{сах}$) · 100</p> $M_{пр} = \frac{\quad}{C_{пр}} \cdot K_{п.с.}$	
<p>Масса сгущенных продуктов учитывается в тубах, сухих – в тоннах</p>	
$M'_{пр} = \frac{M_{пр}}{400} \text{ туб,}$	$M'_{пр} = \frac{M_{пр}}{1000} \text{ т.}$
<p>Удельный расход сырья при производстве сухого молока, кг/т:</p> $H_{см} = \frac{CMO_{пр} \cdot 1000}{CMO_{см} \cdot (1 - 0,01 \cdot Пс)}$	
<p>Удельный расход сырья при выработке сгущенного молока с сахаром, кг/туб:</p> $H_{см} = \frac{C_{пр} \cdot 400}{(CMO_{см} + Сах_{см}) \cdot (1 - 0,01 \cdot Пс)}$	
<p>Пересчет норм расхода сырья в молоко базисной жирности, Нб:</p> $H_b = \frac{H_{см} \cdot Ж_{см}}{Ж_b}$	
<p>Удельный расход жира, кг/туб или кг/т:</p> $H_{ж} = \frac{M_{см} \cdot Ж_{см}}{100 \cdot M'_{пр}}$	
<p>Удельный расход сахара, кг/туб:</p> $H_{сах} = \frac{M_{сах}}{M'_{пр}}$	

2.2.2. Нормализация в потоке.

Выбор варианта нормализации путем сравнения O_m с O_p :

$O_m > O_p$ – отбор части сливок,

$O_m < O_p$ – отбор части обезжиренного молока,

$O_m = O_p$ – нормализация не требуется.

Например, $O_m < O_p$.

Расчет массы сливок и обезжиренного молока, полученных при сепарировании молока, направляемого на производство продукта (без учета потерь):

$$M_{сл} = \frac{M_m \cdot (J_m - J_o)}{(J_{сл} - J_o)},$$

$$M_o = M_m - M_{сл}.$$

Сливки полностью используются на нормализацию.

Часть обезжиренного молока для смешивания со сливками, M_o' :

$$M_o' = \frac{J_{сл} - C_{O_{сл}} \cdot O_p}{C_{O_o} \cdot O_p - J_o} \cdot M_{сл}.$$

Масса нормализованной смеси:

$$M_{см} = M_o' + M_{сл}.$$

Массовая доля жира нормализованной смеси:

$$J_{см} = \frac{M_o' \cdot J_o + M_{сл} \cdot J_{сл}}{M_{см}}.$$

Массовая доля СОМО нормализованной смеси:

$$C_{O_{см}} = \frac{M_o' \cdot C_{O_o} + M_{сл} \cdot C_{O_{сл}}}{M_{см}}.$$

Расчеты массы сахара, массы продукта и норм расхода сырья при поточной нормализации не отличаются от расчетов нормализации смешиванием в емкостях и выполняются по формулам, приведенным в п.2.2.1.

2.3. Результаты расчета.

Расчеты выполняются и оформляются каждым студентом самостоятельно согласно принятым условиям и методике, общей для расчета всех молочных консервов.

3. Технологические расчеты выпаривания и сушки.

3.1. Задача 1 – определение массы смеси на варку и продолжительности варки при выработке сгущенного молока с сахаром периодическим способом.

3.1.1. Исходные данные для расчета:

- показатели состава сырья, продукта, результаты расчетов нормализации смешиванием в емкостях – из раздела 2 данной работы;

- массовая доля сухих веществ в сгущенном молоке, выпускаемом из ВВА и подаваемом на охлаждение в вакуум-охладитель, $C_{спр} = 71\%$, плотность сгущенного продукта, $D = 1295 \text{ кг/м}^3$;

- массовая доля сухих веществ в сахарном сиропе $C_{сир} = 65\%$, масса сахарного сиропа $M_{сир} = (M_{сах} \cdot 100)/65$;

- производительность ВВА, $W = 8000 \text{ кг/ч}$ и.в., рабочее заполнение, V , 60% от объемной выпаривательной способности, дм^3 .

3.1.2. Методика расчетов.

Масса смеси на варку, $M_{см \text{ варка}} = V \cdot D \cdot n$,
 $V = 8 \cdot 0,6 = 4,8 \text{ м}^3$, $D = 1295 \text{ кг/м}^3$, $n = C_{спр} / C_{см}$,

$$C_{см} = \frac{M_m \cdot C_{МОм} + M_o \cdot C_{МОо} + M_{сир} \cdot C_{сир}}{M_m + M_o + M_{сир}}$$

$$C_{см} = \frac{M_m \cdot C_{МОм} + M_{сл} \cdot C_{МОсл} + M_{сир} \cdot C_{сир}}{M_m + M_{сл} + M_{сир}}$$

Масса продукта одной варки, направляемая на охлаждение:

$$M_{пр \text{ варка}} = M_{см \text{ варка}} / n.$$

Масса воды, выпаренной в течение одной варки:

$$M_{вл} = M_{см \text{ варка}} - M_{пр \text{ варка}}.$$

Продолжительность варки, ч: $\tau = M_{вл} / W$.

3.2. Задача 2 – подбор (по производительности) вакуум-выпарного аппарата и сушилки при выработке сухого молока с выпариванием в пленочном вакуум-выпарном аппарате и сушке в распылительной сушилке.

3.2.1. Исходные данные для расчета:

- показатели состава сырья, продукта, результаты расчетов нормализации смешиванием в емкостях – из разд. 2 данной работы;
- массовая доля сухих веществ в сгущенном молоке, подаваемом на сушку, $СМО_{сг} = 48\%$;
- массовая доля сухих веществ в сухом молоке, $СМО_{пр} = 96\%$;
- масса нормализованной смеси, $М_{см} = 100000$ кг;
- рекомендуемое время работы ВВА и сушилки, $\tau_{сг}$ и $\tau_{сушка}$, 13 ч.

3.2.2. Методика расчетов.

Масса влаги, удаляемой в процессе сгущения:

$$M_{вл\ сг} = M_{см} \cdot \left(1 - \frac{СМО_{см}}{СМО_{сг}}\right).$$

$$СМО_{см} = \frac{M_m \cdot СМО_m + M_o \cdot СМО_o}{M_m + M_o} \quad \text{или}$$

$$СМО_{см} = \frac{M_m \cdot СМО_m + M_{сл} \cdot СМО_{сл}}{M_m + M_{сл}}.$$

Ориентировочная производительность ВВА:

$$W_{ориент} = \frac{M_{вл\ сг}}{\tau_{сг}}.$$

Масса сгущенного продукта:

$$M_{сг} = M_{см} - M_{вл\ сг}.$$

Масса влаги, удаляемой в процессе сушки:

$$M_{вл\ сушка} = M_{сг} \cdot \left(1 - \frac{СМО_{сг\ см}}{СМО_{пр}}\right).$$

Ориентировочная производительность сушилки:

$$W_{\text{ориент}} = \frac{M_{\text{вл сушка}}}{\tau_{\text{сушка}}} .$$

На основании рассчитанных ориентировочных производительностей ВВА и сушилки производится их выбор по каталогу технологического оборудования.

Все выполненные расчеты сдаются на проверку преподавателю.

Контрольные вопросы:

1. Почему в технологическую схему производства сгущенных молочных консервов и сухого молока не включают сепараторы-нормализаторы?
2. На чем основаны расчеты нормализации по жиру и сухим веществам при выработке молочных консервов и сухого молока? Почему методика расчета при выработке всех этих продуктов одина?
3. Как выбрать компонент нормализации при нормализации смешиванием в емкостях?
4. Как проводится нормализации в потоке? В каких случаях целесообразно проводить нормализацию в потоке?
5. Как составить жиробаланс и баланс сухих веществ для определения массы компонента нормализации?
6. Как рассчитывают массу сахара и других добавок?

Рекомендуемая литература

5. Голубева Л.В. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока. – М.: ДеЛи принт, 2005.– 376 с.
6. Чекулаева Л.В., Чекулаев Н.М. Сгущенные молочные консервы.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.– 264 с.

З а н я т и е 3

ВЫРАБОТКА СГУЩЕННОГО МОЛОКА С САХАРОМ

- Цель занятия:***
- изучение технологии сгущенного молока с сахаром и выработка продукта;
 - закрепление навыков выполнения технологических расчетов, выполняемых при выработке сгущенного молока с сахаром.

Теоретическая часть

Характеристика продукта

Принцип консервирования – анабиоз.

Способ консервирования – понижение активности воды частичным удалением воды из молока и добавлением сахара, связывающего воду. Активность воды в сгущенных молочных продуктах с сахаром равна 0,84–0,85. При таком значении активности воды приостанавливается развитие основных видов микроорганизмов, наносящих вред пищевым продуктам, кроме дрожжей и плесневых грибов. Следовательно, при выработке продуктов этой группы особо важно строгое соблюдение санитарно-гигиенических условий производства, чтобы исключить попадание в продукт дрожжей и плесневых грибов – из воды, воздуха, с поверхности мешков с сахаром.

Органолептические показатели сгущенного молока с сахаром: вкус и запах – сладкий, чистый, с выраженным вкусом и запахом пастеризованного молока без посторонних привкусов и запахов. Допускается наличие легкого кормового привкуса.

Консистенция однородная, вязкая по всей массе, без наличия ощущаемых органолептически кристаллов молочного сахара. Допускается мучнистая консистенция и незначительный осадок лактозы на дне тары при хранении. Цвет – белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе. Ряд показателей этой группы продуктов приведен в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Показатели состава и свойств молока цельного сгущенного с сахаром

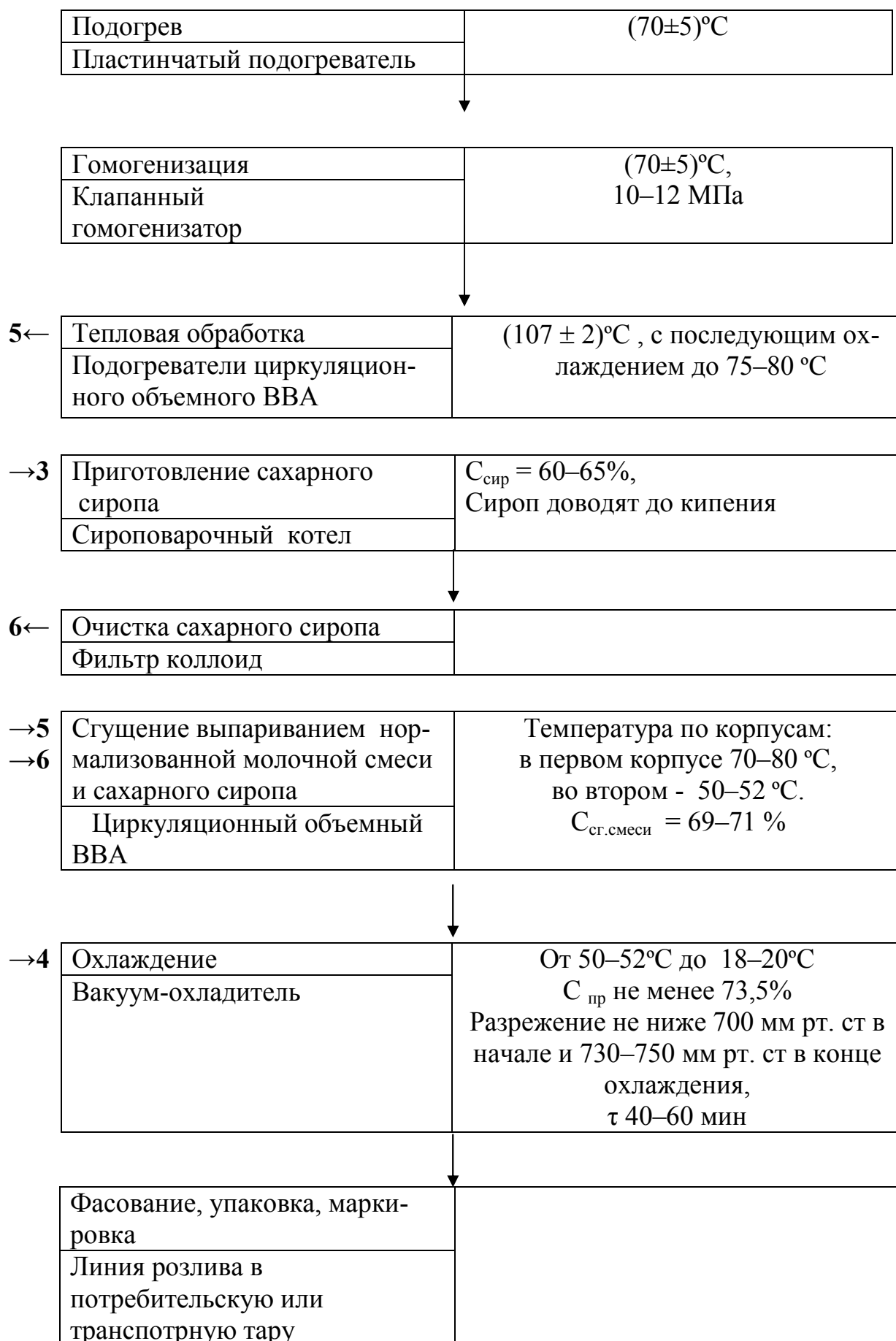
Показатель	Значение
Спр, %, не менее	73,5
Ж пр, %, не менее	8,5
СМО пр, %, не менее	28,5
Б пр в СОМО пр, %, не менее	34
К, °Т, не более	48
Вязкость, Па·с,	3–15
Группа чистоты, не ниже	1
Размер кристаллов лактозы, мкм, не более	15
КМАФАнМ, в свежеработанном продукте, КОЕ/г, не более	$2,5 \cdot 10^4$
БГКП (колиформы) не допускаются	В 1 г продукта в потребительской таре
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы, не допускаются	В 25 г продукта
Сроки годности и условия хранения устанавливает изготовитель	

Физико-химические показатели безопасности продукта приведены в техническом регламенте на молоко и молочную продукцию (88-ФЗ).

Существуют два способа производства сгущенных молочных консервов с сахаром – периодический и поточный. Наибольшее распространение получил периодический способ с использованием циркуляционных объемных ВВА.

*Схема производства сгущенного молока с сахаром
периодическим способом*

<i>Технологический процесс</i>		<i>Параметры и показатели</i>
Приемка		
1←	Молоко	В соответствии с ГОСТ Р 52054–2003, ТИ по производству продукта и 88-ФЗ
2←	Обезжиренное молоко	Из молока не ниже второго сорта по ГОСТ Р 52054
3←	Свекловичный или тростниковый сахар-песок	В соответствии с ГОСТ 21–94
4←	Рафинированный мелкокристаллический молочный сахар	В соответствии с ТУ 9229-128-04610209–2003
→1	Центробежная очистка Сепаратор – молокоочиститель	С подогревом или без подогрева
	Охлаждение молока Пластинчатый охладитель	$T = (4 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$
→2	Резервирование и нормализация молока Емкость	$O_{см} = O_p$ $T = (4 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$, τ не более 12 ч



Особенности технологии

1) В процессе проведения нормализации обеспечиваются равенства $\text{Жсм}/\text{СОМОсм} = \text{Ор}$ и $\text{Сах см}/\text{Жсм} = \text{Сах пр}/\text{Жпр}$.

2) Для предупреждения отстоя белково-жирового слоя при хранении сгущенного молока с сахаром в технологическую схему включена гомогенизация нормализованного молока. Гомогенизация не является обязательной операцией и проводится при низкой вязкости, менее 2,5 Па·с, получаемого готового продукта.

3) Тепловая обработка нормализованного молока проводится в подогревателях ВВА. В технологической инструкции по производству сгущенного молока с сахаром приведены два режима:

- $(107 \pm 2)^\circ\text{C}$, с последующим охлаждением до $75\text{--}80^\circ\text{C}$,
- $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Жесткий режим тепловой обработки должен обеспечить уничтожение микроорганизмов и инактивацию ферментов, в первую очередь липазы.

Влияние тепловой обработки на вязкость выработанного из этого молока сгущенного молока с сахаром наблюдается при температуре $90\text{--}95^\circ\text{C}$ с выдержкой 5–20 мин. При таком режиме почти полностью коагулируют сывороточные белки и оседают на поверхности ККФК. Количество сывороточных белков снижается в 2–3 раза, масса казеиновых частиц увеличивается на 10–35%, а их диаметр – в 2 раза. Укрупнение казеиновых частиц сопровождается изменением свойств образующегося комплекса и увеличением вязкости. Изменяя режим тепловой обработки, можно без гомогенизации получать продукт требуемой вязкости, в свежесвыработанном продукте 3 Па·с, в конце хранения – 15–17 Па·с.

Исследования, проведенные во ВНИМИ, показывают, что тепловая обработка молока при температуре выше 100°C без выдержки не влияет на вязкость продукта, т.к. моментальный нагрев вызывает только частичную денатурацию сывороточных белков.

4) Нормализованное пастеризованное молоко сгущают в циркуляционном одно- или двухкорпусном ВВА до массовой доли сухих веществ 69–71%, определяемой по рефрактометру, с учетом дополнительного выпаривания влаги при охлаждении продукта в вакуум-охладителе.

Отличительная черта периодического способа производства сгущенного молока с сахаром – смешивание сгущаемого молока и сахарного сиропа в ВВА.

Сироп может поступать в аппарат порциями – до и после молочной смеси, по 1/2; после забора всей молочной смеси; со второй половиной молочной смеси.

Температура сгущения колеблется от 50 до 80 °С в зависимости от типа ВВА: в однокорпусном 55–63 °С, в двухкорпусном 70–80 °С в первом корпусе, 50–52 °С – во втором.

5) Консервантом, средством понижения активности воды при выработке сгущенных молочных консервов с сахаром, является сахароза, дисахарид, при гидролизе которого образуются в равных количествах D-глюкоза и D-фруктоза.

Сахароза не проявляет присущих моносахаридам реакций на карбонильную группу и восстановительных свойств. Она является невосстанавливающим дисахаридом, не реагирует с белками, не вступает с ними в реакцию Майяра. Сахароза отличается высокой растворимостью, что исключает ее кристаллизацию при охлаждении сгущенного молока с сахаром.

Сахарозу вносят в продукт в виде свекловичного или тростникового сахара-песка, соответствующего требованиям нормативного документа.

Сахар-песок представляет собой сахарозу в виде отдельных кристаллов с размерами от 0,2 до 2,5 мкм.

В сахаре регламентируют:

- органолептические показатели (вкус и запах, сыпучесть, цвет, чистоту раствора);
- физико-химические показатели:
 - сахарозы не менее 99,75%;
 - редуцирующих веществ не более 0,05%;
 - цветность – не более 0,8 условных единиц или не более 104 единиц оптической плотности;
 - золы не более 0,04%;
 - влаги не более 0,14%;
 - ферропримесей не более 0,0003%;
- микробиологические показатели:
 - КМАФАнМ в 1 г – не более $1 \cdot 10^3$;

- плесневые грибы, КОЕ в 1 г – не более 10;
- дрожжи, КОЕ в 1 г – не более 10;
- БГКП в 1 г не допускаются;
- патогенные микроорганизмы, в т.ч. бактерии рода сальмонелла в 25 г не допускаются.

Необходим строгий входной контроль каждой поступающей партии сахара. При наличии высокосортного сахара необходимо обращать внимание на условия его хранения.

Относительная влажность воздуха должна быть не более 70%, а при хранении без упаковки, в бункерах или силосах – не более 60%. Сахар гигроскопичен и поэтому его следует хранить в сухом месте. Недопустимо хранение мешков с сахарным песком в отделении приготовления сиропа.

Увлажнение сахара при перевозках и хранении сопровождается образованием на гранях кристаллов пленки сахарного раствора, являющейся благоприятной среды для развития микроорганизмов. Например, повышение массовой доли влаги в сахаре с 0,17 до 0,41% сопровождается повышением количества микроорганизмов, в т.ч. осмофильных дрожжей, в 100 раз.

Недопустимы резкие колебания температуры в местах хранения сахара. Приемка холодного сахара в теплый склад сопровождается конденсацией влаги на поверхности кристаллов и также увлажнением сахара.

б) Для приготовления сахарного сиропа применяется вода, соответствующая требованиям к питьевой воде по микробиологическим, паразитологическим, обобщенным показателям качества, по содержанию неорганических и органических веществ, вредных химических веществ, поступающих и образующихся в процессе обработки воды, по органолептическим показателям и по радиационным показателям безопасности.

Воду подогревают до температуры 70–80°C и растворяют в ней сахар из расчета, что массовая доля сахарозы в сиропе должна быть 60–65%. При такой концентрации сиропа отмечается минимальная продолжительность досугущения смеси в ВВА до готовности – до массовой доли сухих веществ 69–71%.

Продолжительность досугущения увеличивается на 20 мин при увеличении концентрации сиропа всего до 70%. Объясняют это показателями вязкости сгущаемой молочной смеси и сахар-

ного сиропа. Вязкость сиропа 60–65% концентрации $(20–30) \cdot 10^{-3}$ Па·с, что совпадает с вязкостью молочной смеси к моменту внесения сахарного сиропа и не нарушает условия сгущения в вакуум-выпарном аппарате. При повышении концентрации сиропа до 70% вязкость его возрастает на порядок. Концентрацию сахарного сиропа определяют по рефрактометру.

Сахарный сироп доводят до кипения. В соответствии с законом Рауля повышение температуры кипения раствора по сравнению с температурой кипения чистого растворителя, пропорционально мольной доле растворенного вещества. При концентрации сиропа 65% он закипает при температуре 104,3°C.

Выдержка сахарного сиропа при температуре кипения и длительная выдержка горячего сиропа до подачи в ВВА не допустимы, т.к. могут вызвать гидролиз сахарозы.

В результате гидролиза сахарозы ее правовращающий раствор становится левовращающим. Это оптическое явление – смена направления вращения, называется инверсией. Часто инверсией называют сам процесс гидролиза сахарозы, а образующуюся при этом смесь равных количеств глюкозы и фруктозы называют инвертным сахаром. Инвертный сахар, или редуцирующие вещества, или редуцирующие сахара, или редуцирующие альдозы – все это разные названия одних и тех же соединений.

Альдозы, в отличие от сахарозы, могут реагировать с белками, что сопровождается снижением биологической ценности белков продукта и изменением его окраски.

Готовый сахарный сироп в процессе подачи в ВВА очищается с использованием фильтров разных конструкций.

7) После забора в ВВА молока, сахарного сиропа и досгущения смеси сгущенное молоко с сахаром охлаждают.

Начальная температура охлаждения – 50–55°C, в зависимости от типа вакуум-выпарного аппарата, конечная – 18–20°C. Продолжительность охлаждения в вакуум-охладителях 40–60 мин. Температура продукта понижается за счет расхода внутренней теплоты на парообразование. При этом:

- в 2–3 раза повышается вязкость продукта;
- понижается массовая доля воды в продукте – при охлаждении на один градус на 0,088% \approx 0,1%, т.е. степень сгущения про-

дукта в процессе вакуумного охлаждения зависит от температурного перепада при охлаждении;

- происходит переход лактозы из состояния насыщенного раствора в сгущенном молоке в кристаллическое состояние в охлажденном сгущенном молоке. Неуправляемая кристаллизация ведет к образованию крупных, органолептически ощущаемых кристаллов лактозы, что придает продукту мучнистую или даже песчанистую консистенцию.

Процесс кристаллизации лактозы протекает в две стадии: зарождение кристаллов и рост кристаллов.

В соответствии с флуктуационной теорией, вследствие теплового движения частиц в пересыщенном растворе происходит флуктуативный (от слова флуктуация – колебания) процесс образования и разрушения скоплений молекул.

Агрегаты молекул, достигнув определенного размера, приобретают устойчивость и способность к дальнейшему росту с образованием кристаллов. Такие устойчивые агрегаты молекул получили название зародышей кристаллов. Согласно классической теории Фольмера, скорость образования зародышей кристаллов пропорциональна доле агрегатов молекул, достигших критического размера.

Скорость образования зародышей кристаллов повышают:

- интенсивное распыление продукта при подаче его в вакуум-охладитель, что обеспечивается разрежением в аппарате не менее 700 мм рт. ст. ($932 \cdot 10^2$ Па · с), способствующим дополнительной флуктуации;

- высокая скорость охлаждения за счет углубления разрежения и поддержания продукта в процессе всего охлаждения в кипящем состоянии: при разрежении в начале процесса 700 мм рт. ст. в конце оно составляет 730–750 мм рт. ст., или $(932-998) \cdot 10^2$ Па · с;

- интенсивное перемешивание продукта в процессе охлаждения, уменьшающее толщину неподвижного слоя – дворика, около зарождающегося кристалла;

- внесение затравки.

Массовая доля затравки 0,02%. Основные требования к затравке:

- размер кристаллов не более 3–4 мкм, более крупные кристаллы затравки практически непригодны;

- бактериальная чистота, т.к. затравка вводится в продукт, который более не будет подвергаться тепловой обработке.

Температура внесения затравки 31–37°C. Это температура усиленной кристаллизации лактозы.

Рост кристаллов включает:

- массопередачу к поверхности пограничного слоя;
- диффузию вещества через пограничный слой на поверхность кристалла;
- движение частиц вдоль поверхности кристалла и установку их в кристаллическую решетку.

Для кристаллизации лактозы в сгущенном молоке с сахаром наибольшее значение имеет первая стадия. Если будет обеспечено массовое и одновременное зарождение 400000 кристаллов в 1 мм³ продукта, то вторая стадия кристаллизации станет второстепенной. Рост кристаллов будет ограничен из-за отсутствия притока кристаллизующегося вещества.

Консистенция сгущенного молока с сахаром оценивается как однородная, если размер кристаллов лактозы не превышает 11 мкм, при большем размере кристаллов консистенцию характеризуют слабо мучнистой, мучнистой, песчанистой.

Сгущенное молоко после оценки качества направляют на фасование, используя для этого разнообразные виды потребительской и транспортной тары, разрешенные в установленном порядке и перечисленные в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Виды тары, применяемые для фасования сгущенных молочных консервов

Потребительская тара	Транспортная тара
<ul style="list-style-type: none"> • банка № 7, 9, 14, 60. Банки изготавливаются из белой жести электролитического и горячего лужения. Материалом для электролуженой жести служат сталь и пищевое олово; • алюминиевые тубы; • картонная упаковка «Тетра Брик Асептик»; • коробочки из ламистера вместимостью от 25 до 2500 г; • упаковка Дой-Пак – стоячие пакеты; • стаканы из полимерных материалов 	<ul style="list-style-type: none"> • деревянные бочки; • фанерно-штампованные бочки на 50 дм³; • металлические фляги на 38 дм³; • автоцистерны для молока; • вагон-цистерны для молока; • система Bag in the box

Схема производства сгущенного молока с сахаром непрерывно-поточным способом

Выработка продукта по этой схеме проводится как с использованием пленочных, так и циркуляционных объемных ВВА. Аппаратурное оформление первого варианта – линия фирмы Альфа Лаваль, описанная в технологической инструкции по производству молочных консервов 1985 г. (часть первая). Особенность этого варианта – *растворение сахара в молоке* и поточное сгущение молочно-сахарной смеси в пленочном ВВА.

Сибирским филиалом ВНИМИ совместно с Рогачевским МКК и НПО «Мир» разработан технологический процесс производства сгущенного молока с сахаром непрерывным способом в циркуляционном объемном ВВА. Особенность этой схемы – *смешивание молока с сахарным сиропом 65%-ной концентрации до процесса выпаривания, вне ВВА.*

Процесс смешивания молока и сахарного сиропа оказывает наибольшее отрицательное воздействие на стабильность белка. Для снижения этого воздействия рекомендовано понижение температуры сиропа перед смешиванием до 40°C. Температура молока при смешивании должна быть не менее 20°C, кислотность – не более 20°Т. Соотношение молока и сиропа 80 : 20, температура охлаждения молочно-сахарной смеси (10–12)°С.

Сгущение проводится в ВВА с автоматическим рефрактометром до достижения требуемого состава.

Далее по обоим вариантам сгущенное молоко гомогенизируют и охлаждают непрерывно на пластинчатом охладителе с буферной емкостью и дозатором лактозы со скоростью не менее 10°C/ мин. Затравку вносят при температуре (30±2)°С. Массовая доля затравки – 0,02% к массе продукта, размер кристаллов не более 4 мкм. Далее следует охлаждение до 18–20°C и интенсивное перемешивание в емкости для завершения процесса кристаллизации.

Практическая часть

Оборудование, материалы

1. Малогабаритный вакуум-выпарной аппарат фирмы CPS типа «MINIVAP», работающий по принципу падающей пленки и предназначенный для сгущения жидких продуктов в малых объемах.

2. Сироповарочный котел вместимостью 20 дм³.
3. Лабораторное оборудование:
 - титровальная установка;
 - оборудование для определения массовой доли жира;
 - термометры стеклянные;
 - рефрактометр РЛ-3;
 - вискозиметр Гепплера с падающим шариком.
4. Молоко коровье натуральное и обезжиренное.
5. Сахар-песок.

Методика проведения занятия

Предлагается домашняя подготовка по теме занятия, ответы на контрольные вопросы, технологические расчеты сгущения, выработка сгущенного молока с сахаром в соответствии с требованиями технологической инструкции, замер параметров процесса, определение состава продукта и его органолептическая оценка.

Содержание занятия

1. Контроль знаний студентов по прилагаемым контрольным вопросам.
2. Технологические расчеты при выработке сгущенного молока с сахаром:
 - расчет нормализации молока по жиру и сухому обезжиренному молочному остатку, расчет массы сахара по таблицам проф. Л.В. Чекулаевой (см. приложение 3), определение массы нормализованного молока;
 - расчет массы воды для приготовления сахарного сиропа, Ссир принять 60–65%;
 - расчет состава нормализованной смеси (массовой доли жира, СОМО, сахара) по формулам баланса жира и сухих веществ и расчет состава продукта, на основании величины степени сгущения, после определения по рефрактометру массовой доли сухих веществ в выработанном продукте;
 - расчет выпаренной влаги и фактической выпаривательной способности ВВА (методику расчета см. занятие 1).
3. Технологический процесс производства сгущенного молока с сахаром с замером параметров, построением и анализом

графика процесса сгущения во времени и заполнением журнала лабораторных работ.

Таблица 3.3 – Параметры производства сгущенного молока с сахаром

Технологические операции	Контролируемые параметры
Получение молока Контроль качества молока	Мм К°Т, Д °А, Жм, СМОм, СОМОм
Получение нормализованного молока	Вид и масса компонента нормализации
Тепловая обработка молочной смеси	Т°С, выдержка
Сгущение молочной смеси	Т°С сгущения, греющего пара, конденсата, τ варки, в т.ч. τ забора молока, сахарного сиропа, τ досгущения
Приготовление сахарного сиропа	С сир, Т °С нагрева
Охлаждение продукта, внесение затравки	Начальная и конечная температуры охлаждения, Т °С, τ охлаждения, масса затравки
Оценка качества продукта	С пр, характеристика вкуса и запаха, консистенции, цвета

Контрольные вопросы:

1. Характеристика сгущенного молока с сахаром.
2. Какие операции составляют схему производства сгущенного молока с сахаром периодическим способом?
3. На чем основаны расчеты нормализации при производстве продукта?
4. Каковы цели и режимы тепловой обработки молока при выработке сгущенного молока с сахаром?
5. С какой целью в продукт вносят сахарозу? Какие требования предъявляют к сахару при выработке молочных консервов с сахаром?
6. Как влияет на качество готового продукта режим тепловой обработки сахарного сиропа? Какова оптимальная концентрация сиропа?
7. Как изменяются состав и свойства сгущенного молока с сахаром в процессе вакуумного охлаждения?

8. В чем заключается управление процессом кристаллизации лактозы при охлаждении сгущенного молока с сахаром ?
9. Что такое затравка? Какие требования предъявляются к ней?
10. Какие виды тары используют для фасования продукта?

Рекомендуемая литература

1. ГОСТ 21–94 Межгосударственный стандарт. Сахар-песок.– Введ. 01.01.1997.
2. Технологическая инструкция по производству молока цельного сгущенного с сахаром. Сборник ТИ по производству молочных консервов. Часть 1.– М. 1985.– 120 с.
3. Голубева Л.В. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока. – М.: ДеЛи принт, 2005.– 376 с.
4. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.9. Л.В. Голубева. Концентрирование и сушка молока.– СПб.: ГИОРД, 2005.– 272 с.
5. Полянский К.К., Шестов А.Г. Кристаллизация лактозы: физико-химические основы. – Воронеж, 1986.– 184 с.
6. Чекулаева Л.В., Чекулаев Н.М. Сгущенные молочные консервы.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.– 264 с.

Занятие 4

ВЫРАБОТКА СТЕРИЛИЗОВАННОГО СГУЩЕННОГО МОЛОКА

- Цели занятия:*
- изучение технологии стерилизованного сгущенного молока;
 - выработка продукта;
 - исследование влияния тепловой обработки и стабилизации солевого состава на термоустойчивость молока и свойства готового продукта.

Теоретическая часть

Характеристика стерилизованного сгущенного молока

Принцип консервирования – абиоз.

Способ консервирования – тепловая стерилизация.

Органолептические показатели: вкус и запах, свойственный топленому молоку, продукт имеет консистенцию жидких сливок.

Наиболее распространены два вида продукта: стерилизованное сгущенное молоко и стерилизованное концентрированное молоко, показатели которых приведены в табл. 4.1.

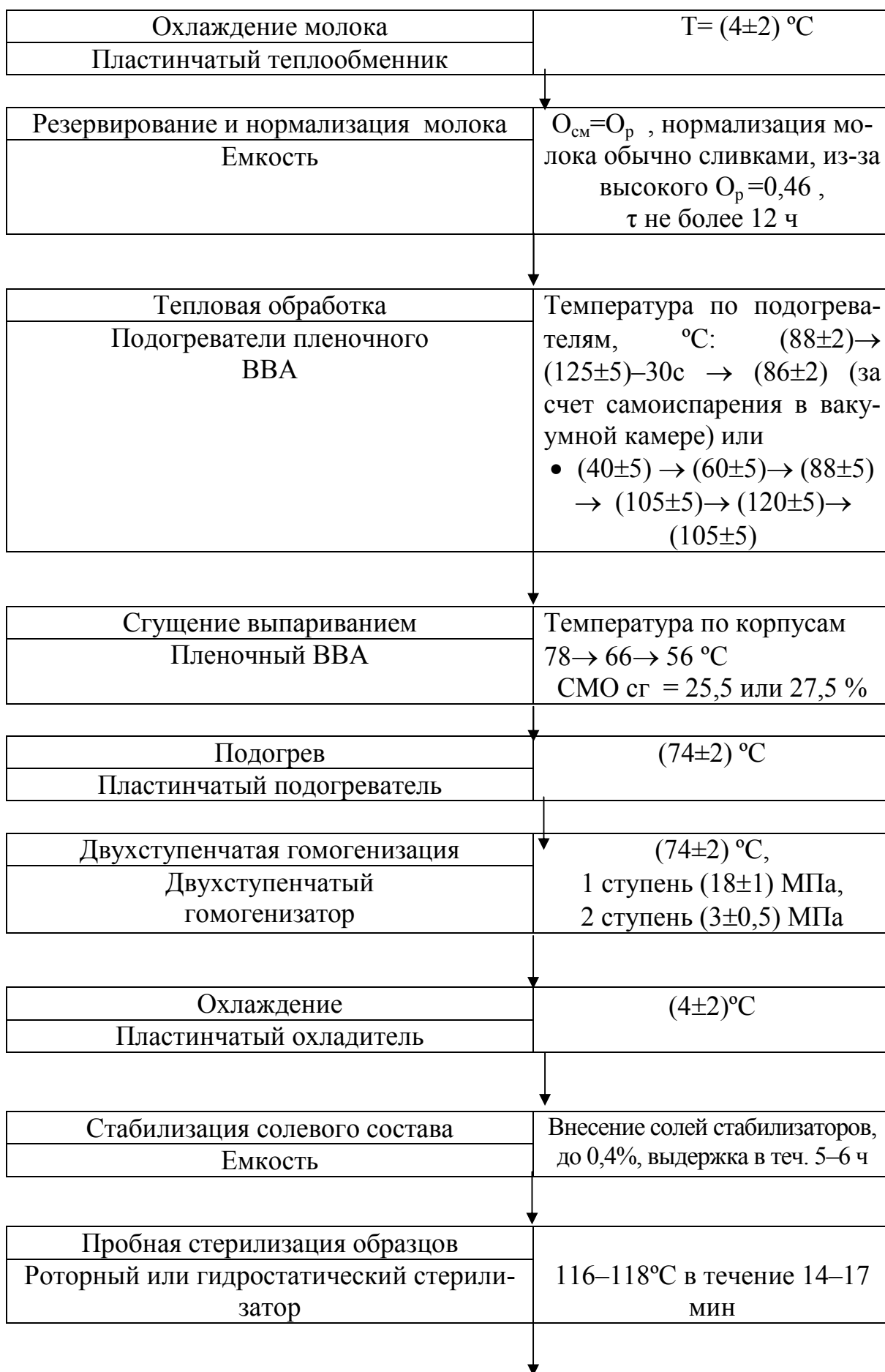
Таблица 4.1 – Показатели сгущенного стерилизованного молока

Показатель	Стерилизованное сгущенное молоко	Стерилизованное концентрированное молоко
Спр, %, Ж пр, %, К, °Т, Плотность, кг/м ³ ,	Не < 25,5 Не < 7,8 Не > 50 1061–1063	Не < 27,5 Не < 8,6 Не > 60 1066–1068
Микробиологические показатели	Продукт должен удовлетворять требованиям промышленной стерильности для консервов группы «А».	
Сроки годности и условия хранения устанавливает изготовитель		

Физико-химические показатели безопасности продукта приведены в техническом регламенте на молоко и молочную продукцию (88-ФЗ).

*Схема производства
стерилизованного сгущенного молока
на линии Альфа-Лаваль*

<i>Технологический процесс</i>	<i>Параметры и показатели</i>
Приемка и отбор молока	В соответствии с ГОСТ Р 52054–2003, ТИ по производству продукта и 88-ФЗ
↓	
Двухкратная центробежная очистка с подогревом или без Сепаратор-молокоочиститель	
↓	
Тепловая обработка молока Пластинчатый теплообменник	T = (90±2) °C или (74±2) °C
↓	



Фасование	
Линия розлива в потребительскую тару	
Тепловая стерилизация	116–118°C в течение 14–17 мин
Роторный или гидростатический стерилизатор	
Проверка промышленной стерильности	В соответствии с ГОСТ 30425–97
Упаковка, маркировка, хранение продукта	

Особенности технологии

1) Дополнительное требование к молоку-сырью для выработки сгущенного стерилизованного молока – термоустойчивость – способность сохранять первоначальные коллоидно-дисперсные свойства белков под действием повышенных температур – 115–140°C.

Свойство высокой термоустойчивости определяет казеин, относящийся к числу немногих, известных науке, термостабильных пищевых белков и выдерживающий нагрев при 140°C в течение 60 мин и более.

Однако тепловая обработка при высоких температурах изменяет состав и структуру казеинового комплекса. От него отщепляются органические фосфор и кальций, изменяется соотношение фракций, к-казеин комплекса может терять гликомакропептиды, придающие ему коллоидную устойчивость.

Сывороточные белки сравнительно термолабильны и многие из них полностью денатурируют при 90°C в течение 10–30 мин.

На термоустойчивость молока влияют:

- активная кислотность, pH;
- солевой состав молока;
- содержание лактозы;
- белковый состав и содержание сывороточных белков;
- размер казеиновых мицелл;

• а также степень гидратации белков, порода скота, сезон года, характер кормления, условия получения и хранения молока до обработки.

Активная кислотность – показатель наличия или отсутствия свободной молочной кислоты. При наличии молочной кислоты она вступает в реакцию с ККФК. Происходит отщепление фосфата кальция и органического кальция от ККФК, что вызывает его дестабилизацию.

Молочная кислота при накоплении в молоке снижает отрицательный заряд мицелл казеина, т.к. Н-ионы подавляют диссоциацию свободных карбоксильных групп и кислотных групп фосфорной кислоты казеина. Группы COO^- переходят в COOH , а группы PO_3^{-2} – в PO_3H_2 . В результате этого перехода достигается равенство положительных и отрицательных зарядов, при $\text{pH} = 4,6\text{--}4,7$ наступает изоэлектрическое состояние казеина, в котором макромолекулы белка теряют свою растворимость и устойчивость.

pH свежего молока 6,6–6,8.

pH менее 6,6 свидетельствует о накоплении свободной молочной кислоты.

Стандарты на закупаемое молоко и технологические инструкции по производству консервов регламентируют не активную, а титруемую кислотность молока. Кислотность свежесвыдоенного молока зависит от породы коров, характера кормления, патологических изменений в организме коровы.

Обычно $17\text{--}18^\circ \text{Т}$ – показатель отсутствия свободной молочной кислоты. При повышении кислотности более 18°Т каждый градус Тернера соответствует $\approx 0,01\%$ свободной молочной кислоты. При выработке молочных консервов наличие в молоке свободной молочной кислоты крайне нежелательно.

В отношении *солевого состава*, термоустойчивость определяют содержание фосфатов и цитратов и концентрация свободных ионов кальция.

Механизм действия ионов кальция заключается в связывании свободных ОН-групп фосфорной кислоты ККФК, что снижает отрицательный заряд мицелл казеина.

Электронейтральные частицы белка агрегируют, а образование кальциевых мостиков ускоряет этот процесс.

При нагреве также отмечается переход первичных и вторичных фосфатов в третичные, и гидролиз органических фосфатов с высвобождением H^+ ионов и изменением рН.

Влияние содержания *лактозы* на термоустойчивость молока ранее не учитывалось. Но, в присутствии кислорода, под действием тепла из лактозы образуются органические кислоты, главным образом, муравьиная, что также сопровождается изменением рН.

Как следует из вышеизложенного, действие на термоустойчивость и солевого состава, и лактозы, при нагреве проявляется снижением рН, т.е. тепловая коагуляция является разновидностью кислотной. На практике, при нагреве молока в течение 5 мин при $140^{\circ}C$ рН уменьшается с 6,7 до 5,6.

Влияние *белкового состава и содержания сывороточных белков*: в молоке 3–3,5% белков, (в Вологодской области, по результатам наших исследований, средняя массовая доля белка коровьего молока 3%, в т.ч. 2,5–2,9 – казеина и 0,5–0,6% термолабильных сывороточных белков. Низкая термоустойчивость сывороточных белков объясняется наличием в мицеллах упорядоченных вторичной, третичной и четвертичной структур, стабилизированных дисульфидными S–S-связями, чувствительными к нагреву.

Тепловая денатурация сывороточных белков связана с активизацией SH-групп в связи с разрывом молекулярных S–S-связей и разворачиванием пептидных цепей.

α -лактальбумин и β -лактоглобулин нетермоустойчивы в равной мере. Их частичная денатурация отмечается в той или иной степени при всех режимах пастеризации, однако она не дает обычно видимых изменений ввиду малых размеров, малого содержания сывороточных белков и из-за прикрепления их к стабильным казеиновым мицеллам.

Заметным влияние сывороточных белков на термоустойчивость становится при увеличении их содержания. В этом случае происходит агрегация ККФК с β -лактоглобулином, или денатурированные теплотой белки сыворотки служат материалом мостиков между частицами ККФК, что сопровождается значительным повышением вязкости.

Повышенное содержание сывороточных белков отмечается в молозиве – в день отела до 11%. Молозиво отличается понижен-

ной тепловой стойкостью, поэтому молоко в течение семи дней после отела не подлежит приемке на завод.

Кроме вышеназванных факторов, термоустойчивость молока зависит от *размера казеиновых мицелл* – чем они мельче, тем более термоустойчиво молоко, и наоборот. Мелкие мицеллы по сравнению с крупными содержат, как правило, больше к-казеина и меньше коллоидного фосфата кальция, поэтому они в меньшей степени склонны к агрегации.

2) Другие важные показатели оценки качества сырого молока, направляемого на выработку сгущенного стерилизованного молока, – бактериальная чистота молока и содержание в нем соматических клеток.

Стойкость в хранении молочных консервов определяет во-первых, общая микробиологическая загрязненность сырого молока, во-вторых, видовой состав микрофлоры.

Высокая бактериальная обсемененность сырого молока снижает эффективность тепловой обработки. При тепловой обработке погибает $\approx 99,9\%$ микроорганизмов сырого молока, и существует связь между числом микроорганизмов в сыром и пастеризованном молоке. На выработку сгущенного стерилизованного молока направляют молоко с числом микроорганизмов не более 500 тыс. в 1 см³.

В отношении видового состава очень важно минимальное содержание психротрофной и спорообразующей микрофлоры.

Психротрофные микроорганизмы родов *Pseudomonas* и *Staphilococcus* размножаются в охлажденном молоке, при этом накапливаются термоустойчивые протеолитически и липолитически активные ферменты, снижающие качество молока до обработки и качество продукта в процессе хранения.

Спорообразующие микроорганизмы устойчивы к изменению условий среды. В отличие от вегетативных форм при тепловой обработке не обеспечивается уничтожение спор, часть их может выдерживать тепловую стерилизацию. Большая часть спорообразующих бактерий происходит из сырого молока.

Основные источники бактериального загрязнения сырого молока – это санитарно-гигиенические условия его получения, качество санитарной обработки оборудования для получения и

сбора сырого молока и инфекция вымени при заболевании коров маститом.

Внимание к показателю «число соматических клеток» вызвано тем, что при его увеличении от нормального уровня $1 \cdot 10^5$ до $1 \cdot 10^6$ в 1 см^3 происходит выделение ферментов из соматических клеток или последние подвергаются лизису и при этом выделяются внутриклеточные энзимы. Приток лизосомальных ферментов из соматических клеток оказывает большое влияние на качественный и количественный профиль активности ферментов в молоке.

Такое молоко характеризуется более высокой протеолитической активностью. Гидролиз вызывает изменение казеинового комплекса, снижая относительную пропорцию β -казеина и общего казеина. Кроме того, как в свежем, так и хранящемся молоке с повышенным содержанием соматических клеток увеличивается концентрация свободных жирных кислот. Биохимия молока четко определяет отрицательное влияние протеолиза и липолиза на органолептические показатели и хранимоспособность молочных продуктов, в первую очередь, концентратов белка и жира, к которым можно отнести и сгущенное стерилизованное молоко.

Известно также, что повышенное количество соматических клеток – индикатор бактериального загрязнения молока, в том числе микроорганизмами, не определяемыми по пробе с резазурином. При содержании соматических клеток более 500 тыс. в 1 см^3 в молоке присутствуют *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

3) Принятое молоко направляется на очистку. Особенности технологии сгущенного стерилизованного молока – двухкратная центробежная очистка молока, проводимая с подогревом или без подогрева, для удаления механических примесей и микроорганизмов, и тепловая обработка молока перед резервированием. Режимы тепловой обработки – $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$ или $(74 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Предварительное нагревание приводит все системы молока в устойчивость. Образование комплексов между β -лактоглобулином и κ -казеином, вызванное нагревом и коагуляцией сывороточных белков, исключает возможность присоединения к казеину ионизированного кальция и повышает термоустойчивость молока.

4) Вторая в технологической схеме тепловая обработка молока проводится в подогревателях пленочного ВВА. Режимы зависят от конструкции ВВА и его подогревателей. В технологической инструкции по производству продукта приведены два режима, указанные в схеме производства.

Жесткие режимы тепловой обработки обеспечивают инактивацию ферментов, уничтожение микроорганизмов и их спор.

5) Сгущение в пленочных ВВА идет до массовой доли сухих веществ 25,5 или 27,5%. Повышение массовой доли сухих веществ в продукте позволило бы снизить транспортные расходы и потребность в таре, но существует обратная линейная зависимость между термоустойчивостью сгущенного молока и степенью сгущения. В молоке, сгущенном до массовой доли сухих веществ более 28% , при стерилизации происходит тепловая коагуляция.

Причины снижения термоустойчивости казеина в сгущенном молоке:

- уменьшение толщины гидратной оболочки;
- увеличение массы казеиновых частиц из-за концентрации ионов водорода и ионов кальция и агрегации денатурированных сывороточных белков на поверхности ККФК.

6) После сгущения молоко подогревают до температуры гомогенизации (74 ± 2)°С и гомогенизируют на двухступенчатом гомогенизаторе. Давление на первой ступени (18 ± 1) МПа, на второй – ($3 \pm 0,5$) МПа.

Известно, что при гомогенизации снижается термоустойчивость молока. Образовавшиеся при гомогенизации жировые шарики с адсорбированными казеиновыми оболочками склонны к агрегации. Скопления таких шариков выступают в роли коагулирующих частиц. Разрушение скоплений на второй ступени гомогенизации повышает термоустойчивость и уменьшает количество свободного жира.

Степень отстаивания жира после двухступенчатой гомогенизации ниже, чем после одноступенчатой, поскольку отдельные жировые шарики всплывают медленнее, чем скопления жировых шариков.

7) Солевой состав концентрированного молока является основным фактором, определяющим его термоустойчивость.

К.К. Горбатова отмечает, что в настоящее время термоустойчивость казеина связывают, в основном, с содержанием в молоке ионов кальция. ККФК устойчив к действию высоких температур только при определенном содержании кальция. При увеличении количества ионов кальция в плазме молока происходит их присоединение к ККФК, что уменьшает отрицательный заряд мицелл ККФК, снижает их стабильность и приводит к образованию агрегатов, которые коагулируют при нагреве.

С технологической точки зрения стабилизация солевого состава – это внесение в сгущенное молоко солей-стабилизаторов в виде 10–25%-ных растворов и выдержка в течение 6–7 ч.

Сущность процесса стабилизации заключается в том, что при внесении солей-стабилизаторов происходит их взаимодействие:

- с ионизированным кальцием, с образованием и выпадением в осадок фосфата кальция;
- с кальцием, входящим в состав ККФК, с повышением устойчивости ККФК за счет образования из мицелл отдельных субмицелл и повышения дисперсности.

В качестве солей-стабилизаторов применяют:

- натрий и калий фосфорнокислый двузамещенный;
- натрий фосфорнокислый трехзамещенный;
- натрий и калий лимоннокислый трехзамещенный;
- натрий углекислый кислый.

Но внесение солей не всегда дает должный эффект, т.к. их действие зависит от солевого состава исходного молока, который при приемке молока на заводы не определяется, и не ясно, какую из солей-стабилизаторов следует внести. Увеличение в молоке концентрации фосфатов и цитратов и снижение количества ионов кальция также приводит к нарушению казеинового комплекса и снижению его устойчивости. Поэтому предпочтительнее применять смесь из натриевых и калиевых солей фосфорной и лимонной кислот в соотношении, аналогичном тому, что в натуральном молоке.

Технологическая инструкция по производству сгущенного стерилизованного молока предлагает:

- двухкомпонентную смесь из двузамещенного фосфорнокислого натрия и трехзамещенного лимоннокислого калия в соотношении 1:1;

- четырехкомпонентную смесь из двух и более простых смесей: фосфатной (из двузамещенного фосфорнокислого натрия и калия в соотношении 1:3) и цитратной (из трехзамещенного лимоннокислого натрия и калия в соотношении 1:3) в соотношении 1:1.

Для определения количества требуемых солей-стабилизаторов проводят стерилизацию сгущенного молока в нескольких банках с разной массовой долей – от 0 до 0,4% добавленной соли. После стерилизации оценивают содержимое банок по вкусу, цвету, консистенции. Вязкость сгущенного молока не должна превышать 8–12 мПа·с при выработке сгущенного стерилизованного молока и 15–30 мПа·с при выработке концентрированного стерилизованного молока. По результатам оценки выбирают лучший образец и установленную дозу соли переносят на всю партию сгущенного молока.

Интенсивность воздействия солей зависит от продолжительности их взаимодействия с ККФК. Готовый продукт имеет минимальную вязкость после выдерживания молока с солью перед стерилизацией в течение 6–7 ч. При более длительной выдержке отмечается увеличение вязкости готового продукта.

Возможно и более раннее внесение солей-стабилизаторов – в процессе резервирования молока перед сгущением. При этом общая продолжительность взаимодействия молока с солями (во время пастеризации, сгущения, гомогенизации, охлаждения, резервирования) не должна превышать 6 ч. Вязкость продукта, полученного таким способом, не отличается от обычного варианта.

8) Фасуют сгущенное молоко перед стерилизацией только в потребительскую тару – банки различной вместимости, коробочки из ламистера. Основное требование к операции – обеспечение герметичности тары, т.к. более 99% случаев порчи стерилизованного молока связано с негерметичностью банок.

9) Стерилизация проводится для уничтожения микроорганизмов и их спор и инактивации ферментов, сохранившихся к началу стерилизации.

Стерилизация – это третья тепловая обработка. Режим собственно стерилизации в роторных или гидростатических стерилизаторах непрерывного действия 116–118°C в течение 14–17 мин.

Требования к режиму стерилизации

Первое требование – уничтожение спор *Clostridium botulinum* (стандарт стерилизации, принятый во все мире).

Токсикогенные спорообразующие анаэробы *Clostridium botulinum* в процессе жизнедеятельности продуцируют токсин ботулизма, который является нервнопаралитическим ядом замедленного действия и чрезвычайно опасен для здоровья и жизни человека.

Наличие токсина в продукте обычно сопровождается посторонним сырным запахом, вздутием крышек банок, но немало случаев присутствия токсина без существенного изменения вкуса и вида.

Выбор спор *Clostridium botulinum* обусловлен следующим: в консервах могут развиваться и другие гнилостные анаэробы, еще более термоустойчивые – *Clostridium sporogenes*, *Clostridium perfringes*. Продукты жизнедеятельности этих клостридий не столь токсичны, но степень порчи продуктов этими микробами настолько ярко выражена, что служит надежной гарантией против употребления их в пищу.

Время, необходимое для уничтожения *Clostridium botulinum* при заданной температуре, называется смертельным, или летальным. Повышение температуры стерилизации в арифметической прогрессии приводит к сокращению смертельного времени в геометрической прогрессии.

Второе требование к режиму стерилизации – обеспечение промышленной стерильности.

Стерилизованное сгущенное молоко относят к консервам группы А. По данным ВНИМИ остаточная микрофлора сгущенного стерилизованного молока биохимически и физиологически малоактивна, споры в продукте после стерилизации не развиваются и являются безвредными. Они очень теплостойки, и настройка процесса стерилизации на их уничтожение привела бы лишь к ужесточению режима и ухудшению качества пищевого продукта.

Под промышленной стерильностью консервов группы А понимают состояние, при котором в продукте отсутствуют:

- возбудители порчи продукта;

- патогенные и токсикогенные формы;
- *C. botulinum*;

но могут присутствовать микроорганизмы, не способные развиваться и вызывать порчу при регламентируемых условиях хранения:

- не более 11 клеток в 1 г спорообразующих мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов группы *B. subtilis*;

- мезофильные клостридии, не относящиеся к *C. botulinum* и *C. perfringens*, не более 1 клетки в 1 г.

Продукт не отвечает требованиям промышленной стерильности, если в нем обнаруживают:

- спорообразующие мезофильные аэробные и факультативно анаэробные микроорганизмы групп *B. cereus* и *B. polymyxa*;
- неспорообразующие микроорганизмы и плесневые грибы.

Уничтожение спор *Clostridium botulinum* и достижение промышленной стерильности можно обеспечить при разных сочетаниях температуры и продолжительности стерилизации. Выбор должен быть произведен с учетом ограничения реакции Майара.

Реакция Майара – сахароаминная реакция редуцирующих сахаров и свободных аминокислот, или неферментативное потемнение, нежелательна, т.к. сопровождается снижением пищевой ценности продукта.

Первая стадия реакции проявляется в незначительном изменении цвета, снижении переваримости азотистых компонентов.

На второй стадии появляются привкусы, запахи, возможно образование токсичных компонентов, значительно снижается пищевая ценность. Интенсивность потемнения зависит от продолжительности теплового воздействия, концентрации сухих веществ и рН. С повышением температуры и сокращением продолжительности стерилизации снижается косвенный признак реакции Майара – степень потемнения.

Итак, повышение температуры и уменьшение продолжительности стерилизации соответствует всем предъявляемым к ней требованиям.

При выработке сгущенного стерилизованного молока стерилизация проводится в таре, и температура устанавливается не

сразу во всей массе продукта. Передача тепловой энергии идет от периферии к центру упаковки, технически невозможно резко поднять температуру, например до 140°C за 8 с, поэтому время стерилизации измеряется минутами и зависит от времени прогрева всего продукта в таре и смертельного времени.

Режим стерилизации выражает формула стерилизации:

$$\frac{A - B - C}{t} ,$$

где А – время нагрева до температуры стерилизации, мин,

В – время стерилизации, мин,

С – время охлаждения после стерилизации, мин,

t – температура стерилизации, °С.

Например,

$$\frac{15-17-10}{116^{\circ}\text{C}} .$$

Эта формула не рассчитывается. Режим собственно стерилизации: 116°C с выдержкой 17 мин.

Рекомендуемый технологической инструкцией по выработке продукта режим стерилизации 116–118°C с выдержкой 14–17 мин.

10) F-эффект, эффект стерилизации – это летальность, выраженная в условных минутах. Его выбирают от 4,6 до 5,1 условных минут в зависимости от бактериальной обсемененности молока перед стерилизацией. С повышением обсемененности, но не более 10 спор в 1 см³, эффект должен быть увеличен.

Критические значения стерилизующего эффекта:

5,5 условных минут – для молока сгущенного стерилизованного,

5,3 условные минуты – для молока стерилизованного концентрированного.

Как следует из формулы стерилизации, на микроорганизмы стерилизуемого продукта действуют в течение разного времени (А, В, С) разные температуры.

Принята эталонная температура 121,1°C, равная 250°F.

Проводится пересчет времени действия на микроорганизмы разных температур, обеспечивающих промышленную стерильность, на единую, эталонную.

Учитываются:

- время нахождения продукта в зоне подогрева;
- температура воды на выходе из подогревателя;
- время и продолжительность стерилизации.

Рассчитывается условный F-режим при постоянной температуре 121,1°C в течение F минут. Продолжительность этого условного нагрева и есть F-эффект.

Удобство этого показателя в том, что многообразие температурных уровней реального процесса выражается одним числом, и в том, что это число дает микробиологическую оценку данному процессу.

После стерилизации в специальном устройстве проводится контрольное взвешивание упаковок с отбраковкой легковесных – негерметичных, заполненных водой.

Метод определения промышленной стерильности регламентирован ГОСТ 30425–97. Он основан на определении внешнего вида и герметичности консервов, выявлении в продукте жизнеспособных микроорганизмов и, при необходимости, определении их количества, микроскопировании продукта.

Контролируют также герметичность банок, заполненных продуктом, партиями по 20–30 банок 5-6 раз в смену.

Банки без этикеток помещают в нагретую до кипения воду. После погружения банок вода должна иметь температуру не ниже 85°C и слой воды над банкой должен быть не менее 25–30 мм. Банки выдерживают 5–7 мин сначала на доньшке, потом на крышке. Наличие пузырьков воздуха свидетельствует о негерметичности банок.

Практическая часть

Оборудование, материалы

1. Малогабаритный вакуум-выпарной аппарат фирмы CPS типа «MINIVAP», работающий по принципу падающей пленки и предназначенный для сгущения жидких продуктов в малых объемах.

2. Стерилизатор периодического действия.

3. Лабораторное оборудование:

- вискозиметр ВЗ-246;
- набор ареометров;

- водяная баня;
 - титровальная установка;
 - оборудование для определения массовой доли жира;
 - оборудование для проведения алкогольной пробы;
 - оборудование для проведения модифицированной кальциевой пробы Штальберг;
 - термометры стеклянные.
4. Молоко-сырье и сливки.
 5. Соли-стабилизаторы.

Методика проведения занятия

Предлагается домашняя подготовка по теме занятия; ответы на контрольные вопросы; технологические расчет сгущения; исследование термоустойчивости молока; выработка стерилизованного сгущенного молока с проведением сгущения, стабилизации солевого состава (одной из бригад), стерилизации в автоклаве периодического действия; замер параметров процесса; определение состава продукта и его органолептических показателей; оценка влияния стабилизации солевого состава на консистенцию продукта.

Содержание занятия

1. Контроль знаний студентов по прилагаемым контрольным вопросам.

2. Технологические расчеты при выработке стерилизованного сгущенного молока:

- расчет нормализации молока по таблицам проф. Л.В. Чекулаевой (см. приложение 4 лабораторного практикума);
- расчет выпаренной влаги и фактической производительности ВВА (методику расчета см. занятие 1).

3. Исследование термоустойчивости молока.

Заключение о термоустойчивости молока следует сделать по титруемой кислотности и результатам алкогольной пробы. Для изучения влияния на термоустойчивость тепловой обработки и внесения солей-стабилизаторов определить титруемую кислотность и группу по алкогольной пробе в сыром молоке, нормализованном молоке, пастеризованном молоке и в пастеризованном молоке после добавления солей-стабилизаторов.

Методика алкогольной пробы по ГОСТ 25228–82.

Алкогольная проба проводится с водным раствором этилового спирта с объемной долей этилового спирта 68, 70, 72, 75 и 80%.

В чистую сухую чашку Петри наливают 2 см³ молока, приливают 2 см³ этилового спирта, круговыми движениями смесь тщательно перемешивают.

Спустя 2 мин оценивают изменение консистенции анализируемого молока. Если на дне чашки Петри не появились хлопья, считается, что молоко выдержало алкогольную пробу.

В зависимости от того, какой раствор этилового спирта не вызвал осаждение хлопьев, молоко подразделяют на группы, указанные в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Группа алкогольной пробы

Группа	Объемная доля спирта, не вызвавшего осаждение хлопьев, %
1	80
2	75
3	72
4	70
5	68

4. Технологический процесс производства сгущенного стерилизованного молока с замером параметров и заполнением журнала лабораторных работ.

Для изучения влияния внесения соли-стабилизатора на консистенцию и вкус продукта стабилизацию солевого состава проводит одна из бригад.

Внесение соли-стабилизатора – в сгущенное молоко.

Массу вносимой соли-стабилизатора следует определить по модифицированной кальциевой пробе Штальберг с молоком сырьем (см. табл. 4.4) и пересчитать дозу на сгущенное молоко, учитывая степень сгущения.

Соль-стабилизатор вносят в виде 10–25% раствора.

Таблица 4.3 – Параметры технологического процесса

Технологические операции	Контролируемые параметры
Получение молока	Мм
Контроль качества молока	К°Т, Д°А, Жм, СМОм, СОМОм, группа термоустойчивости,
Приготовление нормализованной смеси	Вид и масса компонента нормализации
Тепловая обработка молочной смеси	Т°С, выдержка, термоустойчивость пастеризованного молока, группа.
Сгущение молочной смеси	Т°С сгущения, греющего пара, конденсата, τ варки, К°Т, Д°А, условная вязкость сгущенного молока
Фасование продукта в колбы	
Стабилизация солевого состава (проводит одна из бригад)	Результаты модифицированной кальциевой пробы, кислотность и термоустойчивость сгущенного молока до и после стабилизации
Стерилизация, охлаждение продукта	Формула стерилизации
Оценка качества продукта	СМО пр, условная вязкость, вкус и запах, консистенция, цвет

Таблица 4.4 – Расчет массы соли-стабилизатора по результатам модифицированной кальциевой пробы Штальберг

Объем хлористого кальция, вызывающего свертывание 10 см ³ молока, см ³	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Массовая доля требуемого динатрийфосфата, %	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	-

5. Заключение о соответствии продукта требованиям стандарта и о различии в качестве продуктов – выработанного с добавлением соли стабилизатора и без ее внесения.

Контрольные вопросы:

1. В чем отличие стерилизованного сгущенного и концентрированного молока? Каковы принцип и способ их консервирования?
2. Какие операции входят в схему производства продукта на линии Альфа-Лаваль?
3. Какие требования к молоку предъявляются при производстве этого продукта?
4. Как контролируют термоустойчивость молока?
5. Какие показатели влияют на термоустойчивость?
6. Какова цель внесения солей-стабилизаторов? Их виды и доза.
7. Каковы цели и режимы тепловой обработки молочной смеси?
8. Каковы цели и режимы гомогенизации сгущенной смеси?
11. Что такое формула стерилизации?
12. От чего зависит эффект стерилизации (F-эффект)?
13. Как проверяют промышленную стерильности продукта?

Рекомендуемая литература

1. ГОСТ 1923–78 Молоко сгущенное стерилизованное в банках.– Введ. 01.01.1979.
2. ГОСТ 25228–82 Молоко и сливки. Метод определения термоустойчивости по алкогольной пробе.– Введ. 01.01.1983.
3. ГОСТ 30425–97 Консервы. Метод определения промышленной стерильности.– Введ. 01.01.1998.
4. Технологическая инструкция по производству сгущенного стерилизованного молока в банках и концентрированного стерилизованного молока. Сборн. ТИ по произв-ву молочн. консервов. Ч. 3.– М., 1985.– 120 с.
5. Технология молока и молочных продуктов /Г.Н. Крусь, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; Под ред. А.М. Шалыгиной.– М.: Колос, 2007. – 454 с.
6. Чекулаева Л.В., Чекулаев Н.М. Сгущенные молочные консервы.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.–264 с.

З а н я т и е 5

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ (с использованием информационных технологий и периодических изданий)

Цель занятия – активизация учебного процесса, закрепление приемов проведения информационного поиска по заданной теме, углубленное изучение одного из вопросов производства консервов.

Методика проведения занятия

Предлагаются:

- выбор темы для сбора информации из таблиц 5.1 и 5.2. По одной теме работу могут выполнять до трех студентов;

- информационный поиск с использованием ресурсов Интернет:

- поисковых систем Апорт <http://www.aport.ru>, Рамблер <http://www.rambler.ru>, Яндекс <http://www.yandex.ru>,

- информационных фондов

Всероссийского научно-исследовательского института молочной промышленности (ВНИМИ) gnu-vnimi@yandex.ru;

Молочного Союза России – www.DAIRYUNION.RU;

производителей оборудования для сгущения и сушки –

GEA Niro A/S - www.niro.ru,

Ангидро - www.anhydro.com,

Тетра Пак - www.tetrapak.su,

Консит-А - www.consit.ru,

Калиновский машиностроительный завод –

www.ln.com.ua/~mash

и других фирм и организаций;

- информационный поиск по изданиям последних пяти лет: специальным научно-практическим журналам библиотеки

ВГМХА:

МОЛОЧНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ,

МОЛОЧНАЯ РЕКА,

МЯСО И МОЛОКО,

МОЛОКО И КОРМА,

ПЕРЕРАБОТКА МОЛОКА,

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ «ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»,

РЕФЕРАТИВНЫЙ ЖУРНАЛ « ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ»,

ПРОИЗВОДСТВО И РЕАЛИЗАЦИЯ МОРОЖЕНОГО И БЫСТРОЗАМОРОЖЕННЫХ ПРОДУКТОВ,

КАТАЛОГ ОБОРУДОВАНИЯ «ПРОТЕМОЛ»,

ТАРА И УПАКОВКА;

- систематизация собранных материалов и оформление реферата, включающего:

СОДЕРЖАНИЕ с указанием разделов и подразделов,

ОСНОВНУЮ ЧАСТЬ,
ЗАКЛЮЧЕНИЕ,

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ, оформленный в соответствии с требованиями СТО ВГМХА 01–2008 «Документы текстовые учебные», число источников информации должно быть не менее пяти;

- собеседование с преподавателем по собранным материалам.

Таблица 5.1 – Темы, предлагаемые студентам 141 группы

Тема	Фамилии студентов
1. Мировое производство сухого молока, виды, тенденции	
2. Тара и упаковка для сгущенных молочных консервов.	
3. Способы повышения хранимоспособности сухого молока	
4. Производство рекомбинированных сгущенных продуктов с сахаром	
5. Нежелательные изменения при хранении сгущенного молока с сахаром	
6. Сухие смеси для мороженого. Современный ассортимент. Особенности технологии	
7. Современные технологии сухой сыворотки	
8. Жиры и жировые системы для выработки молокосодержащих консервов. Предъявляемые к ним требования	
9. Особенности технологии молокосодержащих сгущенных продуктов	
10. Производства сгущенного молока с сахаром вареного	
11. Стабилизация солевого состава при выработке стерилизованного молока. Теоретические основы	
12. Формирование и характеристика структуры сухого молока разных способов сушки	
13. Применение мембранных методов при выработке молочных консервов	

Таблица 5.2 – Темы, предлагаемые студентам 142 группы

Тема	Фамилии студентов
1. Тара и упаковка для сухих молочных продуктов	
2. Активность воды в молочных консервах. Методы определения. Микробиологический аспект	
3. Способы повышения хранимостпособности сгущенного молока с сахаром	
4. Требования к сухому молоку для выработки рекомбинированных продуктов	
5. Нежелательные изменения при хранении сухого молока (внутренние причины – активность воды, pH, естественное наличие питательных и антимикробных веществ)	
6. Сухие смеси для мороженого. Способы и приемы смешивания компонентов	
7. Заменители цельного молока для сельхозживотных. Современные тенденции в производстве. Особенности состава и технологии	
8. Нежелательные изменения при хранении сухого молока в связи с условиями хранения – температура, влажность, газовая среда	
9. Снижение потерь сухого молока в процессе сушки с уходящим воздухом	
10. Нежелательные изменения при хранении сухого молока в связи с технологическими факторами – сырье и режимы технологического процесса	
11. Растительные белки, применяемые при выработке сухих молокосодержащих продуктов	
12. Применение мембранных методов при выработке молочных консервов	

Занятие 6

ВЫРАБОТКА РЕКОМБИНИРОВАННОГО МОЛОКОСОДЕРЖАЩЕГО СГУЩЕННОГО ПРОДУКТА С САХАРОМ

Цель занятия – изучение технологии рекомбинированных продуктов

Теоретическая часть

Рекомбинированные продукты вырабатывают из продуктов переработки молока и(или) их отдельных составных частей и воды. Главная особенность технологии рекомбинированных сгущенных продуктов – отсутствие процесса сгущения.

Целесообразность их производства обусловлена:

- наличием в отдельных регионах больших ресурсов сухого молока;
- простотой и малозатратностью схемы производства – не требуются ВВА, вакуум-охладители. На площади 20 м² можно организовать производство 7 т в сутки сгущенного молока с сахаром;
- большим спросом на сгущенное молоко с сахаром как продукт дальнейшей переработки (производство мороженого, кондитерских изделий).

По органолептическим показателям и физико-химическому составу рекомбинированные молочные и молкосодержащие сгущенные продукты с сахаром не отличается от аналогичного молочного продукта – сгущенного молока с сахаром. Отличие – в ингредиентах и в том, что требуемая концентрация продукта обеспечивается не сгущением, а смешиванием компонентов рецептуры, таких как:

- СЦМ;
- СОМ;
- сухие сливки;
- сухая сыворотка;
- молочный жир по ГОСТ Р 52971–2008;
- лецитин;
- сахар-песок по ГОСТ 21–94;
- мелкокристаллический молочный сахар – лактоза;
- соли-стабилизаторы;
- вода.

Сухому обезжиренному молоку, в отличие от сухого цельного молока, отдают предпочтение. Во-первых, оно является не только белковой основой, но и выполняет роль эмульгатора молочного жира, во-вторых, молочный жир склонен к быстрому окислению и может придать рекомбинированным продуктам посторонний привкус.

При использовании сухого молока для выработки других продуктов целесообразно, переняв мировой опыт, считать его сырьем и разрабатывать соответствующие требования к составу и свойствам в зависимости от вида продукта. Вот некоторые из этих требований:

- свежесть;
- минимальное содержание жира в сухом обезжиренном молоке;
- массовая доля белка не менее 35%;
- индекс азота неденатурированных сывороточных белков в пределах 1,51–5,99 мг/г;
- термостабильность;
- отсутствие ингибирующих веществ;
- хорошая растворимость;
- повышенная хранимоспособность.

Одно из главных требований к качеству сухого обезжиренного молока – его *свежесть*. Она является основой для большинства операций по рекомбинированию. Наиболее приемлемо низкое значение *массовой доли жира* в сухом обезжиренном молоке – от 0,05 до 1%, так как при этом уменьшаются потери жира при выработке сухого молока и увеличивается массовая доля белка, что способствует эффективному эмульгированию жира при производстве рекомбинированных продуктов.

Индекс азота неденатурированных сывороточных белков применяют для классификации сухого обезжиренного молока в зависимости от тепловой обработки. Значения более 6; 1,51–5,99 и менее 1,5 мг неденатурированных сывороточных белков в 1 г порошка характеризуют соответственно низкую, среднюю и высокую тепловую обработку молока при выработке сухого продукта.

Денатурированные белки увеличивают абсорбцию влаги, однако производство хорошо растворимого сухого молока возможно только в том случае, если молоко до поступления в сушильную камеру не подвергается действию высоких температур, которые могут отразиться на физических свойствах белковых составных частей. Как правило, для сухого молока низкотемпературной сушки требуется меньше времени для гидратации, поэто-

му такое сухое молоко растворяется лучше, чем продукт высокотемпературной сушки.

Термостабильность сухого обезжиренного молока контролируют при производстве рекомбинированного сгущенного стерилизованного молока. Ее выражают временем коагуляции 20%-ной дисперсии сухого обезжиренного молока с добавлением или без добавления фосфатов с выдержкой при температуре 120°C или объемом раствора, вызывающего коагуляцию.

Хранимоспособность. Срок годности импортного сухого молока достигает 18 месяцев. Аналогичный показатель российской продукции без специальных добавок – 8 месяцев. В зарубежной практике микробиологические показатели сухого обезжиренного молока для выработки рекомбинированных продуктов отличаются от общепринятых более строгими требованиями к количеству МАФАМ, наличию колиформ, а также дополнительно нормируемыми количествами спор мезофильных и термофильных бактерий.

Для выработки рекомбинированных продуктов используют растительные жиры, жировые системы, молочный жир.

Вкус и запах молочного жира должен быть чистый, нейтральный, консистенция гомогенная, плотная. Массовая доля жира – не менее 99,8%, массовая доля влаги не более 0,2%, кислотность не выше 4°К.

Схема производства рекомбинированного сгущенного продукта с сахаром

- смешивание сухого обезжиренного молока с водой (по рецептуре);
- внесение расплавленного молочного жира или растительного жира;
- подогрев и диспергирование смеси;
- подогрев и внесение в смесь сахара, перемешивание смеси для растворения сахара;
- пастеризация смеси;
- охлаждение и внесение затравки;
- доохлаждение;
- фасование.

Современное оборудование – турбомиксеры, например, измельчители-смесители ИС; гидродинамические установки роторного типа ГУРТ 300 или ГУРТ 300/160; установки А1-ВМС позволяют провести весь технологический процесс в одной установке.

Практическая часть

Оборудование, материалы

1. Миксер.
2. Электроплита.
3. Водяная баня.
4. Лабораторное оборудование:
 - весы;
 - термометры стеклянные в оправе;
 - мешалки;
 - секундомер.
5. Молоко сухое обезжиренное.
6. Растительное масло.
7. Мелкокристаллическая лактоза.

Методика проведения занятия

Предлагается домашняя подготовка по теме занятия, ответы на контрольные вопросы, выработка продукта в соответствии с рецептурой, приведенной в табл. 6.1, дегустация продукта.

Содержание занятия

1. Контроль знаний студентов по прилагаемым контрольным вопросам.

2. Расчет массы компонентов на 1 кг продукта на основе рецептуры, приведенной в табл. 6.1.

Таблица 6.1 – Рецептура, на выработку продукта

Компонент	Масса, кг
СОМ	230
Безводный молочный жир или растительное масло	81,5
Сахар-песок	435,4
Молочный сахар мелкокристаллический	0,2
Вода питьевая	253,1

3. Выработка продукта в следующей последовательности:

- в емкость налить воду по рецептуре, нагреть ее до 60–65°C, внести СОМ;
- при помощи миксера восстановить сухое молоко до однородной консистенции смеси;
- в смесь внести растительное масло или расплавленный молочный жир, с помощью миксера получить смесь однородной консистенции;
- смесь нагреть до 70–80°C и внести в нее сахар, перемешивать смесь до растворения сахара;
- смесь нагреть до 85–95°C, охладить до температуры 33–37°C, внести затравку;
- продукт охладить до 20°C.

4. Органолептическая оценка продукта.

Контрольные вопросы

1. Какова характеристика рекомбинированных продуктов в соответствии с требованиями технического регламента на молоко и молочную продукцию?
2. В чем отличие молочных и молкосодержащих рекомбинированных продуктов переработки молока?
3. Какие технологические операции входят в схему производства рекомбинированного сгущенного молока с сахаром?
4. Какие преимущества имеет схема производства сгущенных рекомбинированных продуктов в сравнении с традиционной технологией?
5. Какие требования предъявляются к ингредиентам для выработки продукта – сухому обезжиренному молоку, молочному жиру и растительным жирам?
6. С какой целью в рецептуру продукта могут быть включены лецитин и соли-стабилизаторы?

Рекомендуемая литература

1. Технический регламент на молоко и молочную продукцию (№ 88-ФЗ).
2. Голубева Л.В. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока. – М.: ДеЛи принт, 2005.– 376 с.
3. Буйлова Л.А. Технология сухих молочных продуктов: Учебно-метод. пособие.– Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2007.– 168 с.
4. Дэвидсон Р. Производство рекомбинированных продуктов (перевод А.В. Бережной) // Молочная промышленность. -2000, № 9.– С. 19–22.

5. Огустин М.А. Ингредиенты для рекомбинированных молочных продуктов (перевод А.В. Бережной) // Молочная промышленность. – 2001, № 10.– С. 32–34.
6. Сандерсон В. Рекомбинированное молоко и молочные продукты (перевод А.В. Бережной) // Молочная промышленность.– 2000, № 8.– С. 35–37.
7. Степанова Л.И., Зуева Е.В. Использование растительных жиров при производстве молочных консервов // Молочная промышленность.– 2006, № 4.– С. 73.
8. Степанова Л.И., Смурьгина Н.В. Особенности технологии производства рекомбинированных молокосодержащих продуктов // Переработка молока. – 2005, №3.– С. 4–5.

Занятие 7

ВЫРАБОТКА СУХОГО МОЛОКА

Цель занятия – ознакомление с процессом сушки молока в распылительной сушилке

Теоретическая часть

См. теоретическую часть к 1 занятию применительно к распылительной сушке.

Оборудование, материалы

1. Малогабаритная двухступенчатая распылительная сушильная установка, предназначенная для производства агломерированного порошка.
2. Молоко сгущенное обезжиренное.

Методика проведения занятия

Предлагается домашняя подготовка по теме занятия, ответы на контрольные вопросы, изучение устройства двухступенчатой распылительной сушилки, пуск ее на воде, затем сушка сгущенного обезжиренного молока, замер основных параметров сушки, дегустация сухого продукта, санитарная обработка оборудования.

Содержание занятия

1. Контроль знаний по прилагаемым контрольным вопросам.
2. Изучение устройства и принципа действия двухступенчатой распылительной сушилки.

3. Сушка сгущенного обезжиренного молока.
4. Фиксация параметров сушки.

*Характеристика, устройство, принцип действия
распылительной сушилки*

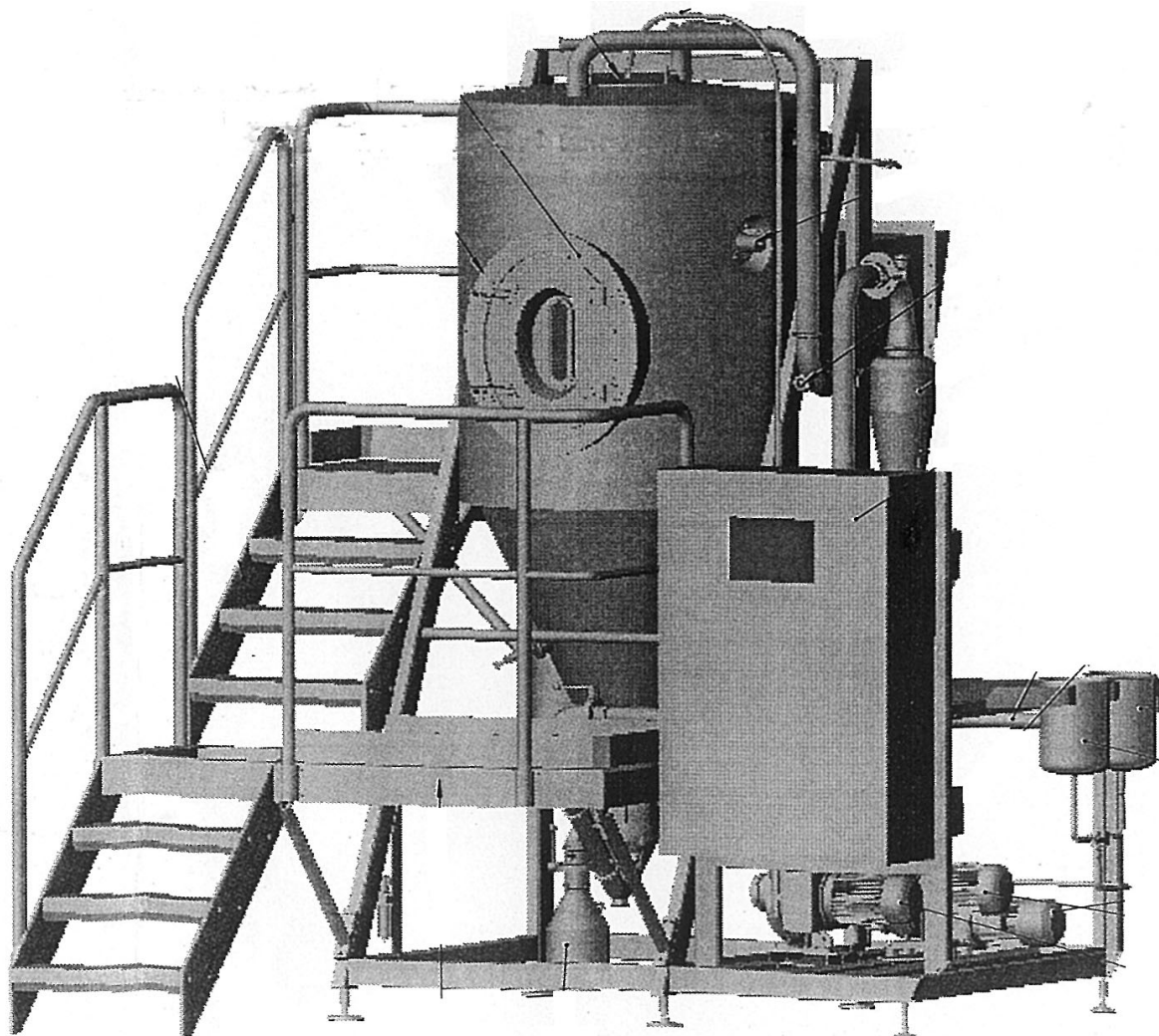
На рис. 7.1 показан внешний вид сушилки, в табл. 7.1 приведена ее характеристика.

Таблица 7.1 – Техническая характеристика распылительной сушилки

Показатель	Значение
Производительность по испаренной влаге (при соотношении температур входящего и выходящего воздуха 350/80 ⁰ С)	13 кг/ч
Максимальная температура воздуха на входе	350 ⁰ С
Максимальная температура воздуха на выходе	150 ⁰ С
Расход воздуха	175 м ³ /ч
Установленная мощность:	
• основной электрокалорифер	15 кВт
• вытяжной вентилятор	1 кВт
• питающий насос	0,25 кВт
• вентилятор встроенного кипящего слоя	1 кВт
• вентилятор возврата мелких фракций	1 кВт
• поворотная заслонка, возврат мелких фракций	0,2 кВт
• воздухонагреватель возврата мелких фракций	1 кВт
• вентилятор воздушной щетки	1 кВт
• электродвигатель воздушной щетки	1 кВт
Габаритные размеры:	
• длина	3,3 м
• ширина	3,3 м
• высота	3,46 м

Сгущенное молочное сырье из приемной емкости подается питающим насосом в распылитель. Электрический калорифер с косвенным обогревом нагревает воздух, подаваемый в сушильную башню, до требуемой температуры. Другой электрокалорифер нагревает воздух, подаваемый во встроенную секцию кипящего слоя.

Горячий воздух, подаваемый в сушильную башню через воздухораспределитель, прогоняется вентилятором через всю установку. В сушильной башне подлежащий сушке продукт распы-



Р и с. 7.1. Внешний вид распылительной сушилки

ляется в тесном контакте с горячим воздухом, что приводит к быстрому испарению влаги.

Большая часть сухого порошка падает во встроенную секцию кипящего слоя, где порошок агломерируется. Порошок может подаваться во внешнюю секцию кипящего слоя для охлаждения. Готовый порошок выгружается из встроенной секции кипящего слоя.

Отработанный сушильный воздух с захваченными мелкими частицами порошка подается в циклон, под которым мелкие частицы собираются и возвращаются по системе возврата мелких фракций обратно в зону распыления для агломерации.

Порядок пуска и работы на распылительной сушилке

Процедуру подготовки к работе и пуска компрессора для подачи сжатого воздуха к клапанам распылительной сушилки и в зону сушки выполнить по прописи к занятию №1.

Пуск распылительной сушилки

1) Установить главный выключатель в положение «включено» – повернуть ручку на правой боковой стенке пульта по часовой стрелке.

Касанием руки включить дисплей.

После нарушения энергоснабжения или аварийной ситуации зажигается кнопка сброса для аварийной остановки. Необходимо заглубить красную ручку аварийной остановки, слегка повернуть ее против часовой стрелки и нажать горящую кнопку сброса. В рабочем состоянии эта кнопка должна быть в выключенном состоянии.

2) Закрепить сосуды для порошка под циклоном и открыть дроссельные заслонки.

3) Закрыть дверцу сушильной камеры. Для обеспечения эффективной работы распылительной сушилки не должно быть никаких утечек воздуха, поэтому необходимо содержать прокладку дверцы и уплотнительный фланец чистыми и без загрязняющих примесей.

4) Наполнить питающий резервуар водой и проверить положение трехходового клапана. Сушилку всегда пускают на воде. Во избежание известковых отложений в сушильной камере следует использовать дистиллированную воду. После стабилизации параметров переходят на сушку сгущенного молока.

Далее выполнить одну за другой, без временных промежутков, процедуры 5) – 13).

5) Включить вентилятор М4 (68–70%). Этот вентилятор создает вакуум в сушильной башне. По ротаметру установить расход воздуха 200–300.

6) Включить вентилятор МЗ и отрегулировать воздушный поток в псевдоожигенном слое с помощью дроссельной заслонки (с черной ручкой) до 100 мм водяного столба – по верхнему из двух расположенных один над другим манометров.

В дальнейшем, при появлении частиц сухого молока в псевдоожигенном слое уменьшать или увеличивать этот показатель в зависимости от характера «кипения» частиц.

7) Подать сжатый воздух в систему мелких фракций и левым (синим) ротаметром отрегулировать воздушный поток до 30 кг/ч. Правым ротаметром можно регулировать подачу сжатого воздуха в форсунку.

8) Включить главный подогреватель Е1 и установить температуру воздуха на входе 230°C. Для этого на дисплее ручным регулированием установить выход 44%, дождаться установления требуемой температуры, затем перейти на автоматическое ее регулирование.

9) Включить подогреватель псевдоожигенного слоя Е2 и установить температуру 130°C. Для этого на дисплее ручным регулированием установить выход 39%, по достижении требуемой температуры перейти на автоматическое регулирование.

10) Включить калорифер мелких фракций ЕЗ.

11) По дисплею (при 63%) на основании показаний манометра (три) отрегулировать главный вентилятор М4 таким образом, чтобы в циклоне создавался перепад давлений в 200 мм водяного столба – показание по нижнему из двух расположенных один над другим манометров.

12) Открыть ротационный затвор М5 для переноса мелкой фракции в нагнетательную линию сжатого воздуха .

13) Ручным регулированием установить температуру воздуха на выходе из сушильной башни 70°C, затем перейти на автоматическое регулирование

14) По достижении необходимой температуры на выходе включить с пульта питающий насос и ручным регулированием установить минимальную подачу (1–3)%, чтобы не «залить» сушильную башню.

15) Приблизительно через 20 мин после стабилизации всех параметров можно переключиться с воды на сгущенное молоко.

При накоплении сухого молока в псевдооживленном слое увеличивается сопротивление движению воздуха через этот слой, о чем свидетельствует показание манометра, (расположенного справа от лестницы, ведущей на верхнюю площадку обслуживания).

После окончания процесса сушки выключение установки проводится в последовательности:

- подогреватели E3, E2, E1,
- вентиляторы M3, M4, M5.

Санитарная обработка распылительной сушилки

Программа санитарной обработки сушилки дана в табл. 1.7.

Последовательность операций:

- 1) Отключить основной источник питания.
- 2) Удалить остатки сгущенного продукта из питающего резервуара.

3) Наполнить питающий резервуар горячей водой. При необходимости добавить моющие средства.

4) Включить питание, выбрать функцию СІР (безразборной мойки) с основного экрана.

5) Включить питающий насос, установить максимальную скорость и промыть всю систему подачи – питающий насос, подводную трубу и форсуночный распылитель. Если применялись моющие средства, повторно промыть систему чистой теплой водой.

6) Отключить питание от установки.

7) Вытащить форсуночный распылитель из воздухораспределителя. Вставить копьё СІР и подсоедините к водопроводу. Убедиться, что дверца закрыта и что пробка сливного отверстия под псевдооживленным слоем вынута, что контейнер для порошка убран, а дроссельная заслонка под псевдооживленным слоем открыта.

8) Закрыть дроссельную заслонку между циклоном и вентилятором и дроссельную заслонку на впускном воздухопроводе к псевдооживленному слою. Обеспечить подачу воды к копьё (пике) СІР (безразборной мойки) в течение 10 мин.

После окончания работы и мойки выключение установки проводится в последовательности:

- подогреватели E2, E1,
- вентиляторы M3,
- подогреватель U3 и вентилятор M4 выключают только после понижения температуры на выходе до 70°C.

Контейнер для порошка, труба возврата мелких фракций, ситовое полотно в псевдооживленном слое моются вручную.

Контрольные задания:

1. Обоснование параметров распылительной сушки молока: степени сгущения в ВВА, температур горячего воздуха на входе и выходе из сушилки, температуры сгущенного молока, подаваемого на сушку).
2. Технология двухстадийной сушки.
3. Сравнительная оценка одностадийной и двухстадийной сушки сухого молока.

Рекомендуемая литература

1. Голубева Л.В. Технология молочных консервов и заменителей цельного молока. – М.: ДеЛи принт, 2005.– 376 с.
2. Буйлова Л.А. Технология сухих молочных продуктов. Учебно-методическое пособие.– Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2007.– 168 с.
3. Липатов Н.Н., Харитонов В.Д. Сухое молоко.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.– 204 с.
4. Харитонов В.Д. Двухстадийная сушка молока и молочных продуктов.– М.: Агропромиздат, 1986.– 216 с.

Занятие 8

**СГУЩЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ**

(ситуационные упражнения)

- Цели занятия:*
- закрепление и углубление знаний, полученных на лекциях и лабораторно-практических занятиях;
 - оценка возможности студентов самостоятельно принимать решения в производственных ситуациях.

Методика проведения занятия

Занятие проводится в три этапа. На первом, подготовительном этапе преподаватель объясняет всем участникам содержание занятия, студенты выбирают вырабатываемый продукт, подбирают необходимую нормативную и другую литературу.

Игровое занятие (второй этап) включает:

- деление подгруппы на бригады по 4-5 человек;
- выбор в каждой бригаде технолога и рабочих различных профессий (аппаратчика, лаборанта и т.п.);
- жеребьевку, определяющую выполняемое задание и производственные ситуации;
- выполнение задания;
- разбор производственных ситуаций;
- представление и обсуждение работы, выполненной бригадами.

На третьем этапе подводятся итоги. Преподаватель и члены других бригад отмечают верные и полные ответы, анализируют ошибки, называют лучшую бригаду, характеризуют активность участников занятия. Выполнение ситуационных упражнений – условие получения зачета по дисциплине.

Содержание занятия

Примерные варианты творческих заданий

1. Выработать сыровотку подсырную сгущенную с сахаром, $M_{сыв} = 10000$ кг.
2. Выработать молоко сухое смоленское, $M_m = 10000$ кг.
3. Выработать сухое обезжиренное молоко из 100000 кг обезжиренного молока.
4. Выработать сливки сгущенные с сахаром, $M_m = 25000$ кг.
5. Выработать стерилизованное сгущенное молоко, $M_m = 20000$ кг.
6. Выработать молоко сгущенное с сахаром и кофе, $M_m = 30000$ кг.
7. Выработать молоко сгущенное с сахаром и какао, $M_m = 35000$ кг.

При выполнении задания ориентироваться на средние показатели состава молочного сырья и стандартный состав заданных продуктов. Ниже приведено содержание задания.

1. Расчет нормализации.
2. Расчет расхода сырья на единицу продукта.
3. Технологическая схема с указанием и обоснованием режимов.

4. Подбор ВВА (и при необходимости сушилки) по производительности.

5. Расчет массы смеси на варку (при использовании циркуляционного ВВА).

6. Расчет продолжительности сгущения (и сушки).

7. Порядок пуска и остановки циркуляционного объемного ВВА, контроль за его работой.

8. Характеристика готового продукта.

Примеры производственных ситуаций

1. Попадание сгущаемой молочной смеси в конденсат.

2. Вспенивание молочной смеси при сгущении.

3. Утрата текучести сгущенного молока после сгущения перед подачей его на сушку (при выработке сухого обезжиренного молока).

4. Выработка сгущенного молока с сахаром мучнистой консистенции.

5. Прекращение циркуляции сгущаемой молочной смеси в циркуляционном объемном ВВА.

6. Увеличение титруемой кислотности молочной смеси в процессе сгущения в ВВА.

7. Денатурация белков сгущенного молока в процессе стерилизации при выработке стерилизованного сгущенного молока.

Для разрешения производственной ситуации необходимо назвать ее причину и, при необходимости, способ устранения отклонения в технологическом процессе

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

*Расчетная таблица для определения
СМО, СОМО, Ж/СОМО молока*

$$\text{СМО}_m = (4,9 \text{ Ж}_m + \text{Д}_m) / 4 + 0,5$$

$$\text{СОМО}_m = \text{СМО}_m - \text{Ж}_m$$

Д_м, °А,	Ж_м, %,	СМО_м, %,	СОМО_м, %,	Ж_м/СОМО_м
26	3	10,68	7,68	0,391
26	3,1	10,80	7,70	0,403
26,5	3,1	10,92	7,82	0,396
26,5	3,2	11,05	7,85	0,408
27	3,3	11,29	7,99	0,413
27	3,4	11,42	8,02	0,424
27	3,5	11,54	8,04	0,435
27,5	3,4	11,54	8,14	0,418
27,5	3,5	11,66	8,16	0,429
27,5	3,6	11,79	8,19	0,440
28	3,6	11,91	8,31	0,433
28	3,7	12,03	8,33	0,444
28,5	3,7	12,16	8,46	0,437
28,5	3,8	12,28	8,48	0,448
29	3,8	12,41	8,61	0,441
29	3,9	12,53	8,63	0,452
29,5	3,8	12,53	8,73	0,435
29,5	3,9	12,65	8,75	0,446
30	3,9	12,78	8,88	0,439
30	4,0	12,90	8,90	0,449
31	4,1	13,27	9,17	0,447
31	4,2	13,40	9,20	0,457
32	4,3	13,77	9,47	0,454
32	4,4	13,89	9,49	0,464
32	4,5	14,01	9,51	0,473

Приложение 2

*Расчетная таблица для определения массы
компонента нормализации при выработке
сухого молока 25%-ной жирности*

$$Ж_{пр}=26,1\%, СОМО_{пр}=70,9\%, О_{пр}=Ж_{пр}/СОМО_{пр}=0,368$$

Дм, °А,	Жм, %,	СОМОм, %,	Жм/ СОМОм	На 100 кг молока требуется обезжиренного, кг, при СОМОо %		
				7,95	8,45	8,75
26	3	7,68	0,391	6,1	5,7	5,5
26	3,1	7,70	0,403	9,3	8,7	8,4
26,5	3,1	7,82	0,396	7,7	7,2	7,0
27	3,3	7,99	0,413	12,5	11,7	11,3
27	3,4	8,02	0,424	15,7	14,7	14,2
27	3,5	8,04	0,435	18,9	17,7	17,1
27,5	3,4	8,14	0,418	14,1	13,2	12,8
27,5	3,5	8,16	0,429	17,3	16,2	15,7
27,5	3,6	8,19	0,440	23,6	22,2	21,4
28	3,6	8,31	0,433	18,8	17,7	17,1
28	3,7	8,33	0,444	22	20,7	20,0
28,5	3,7	8,46	0,437	20,4	19,2	18,5
28,5	3,8	8,48	0,448	23,6	22,2	21,4
29	3,8	8,61	0,441	22	20,7	20,0
29	3,9	8,63	0,452	25,2	23,7	22,9
29,5	3,9	8,75	0,446	23,6	22,2	21,4
30	3,9	8,88	0,439	22	20,7	20,0
30	4,0	8,90	0,449	25,2	23,7	22,9
31	4,1	9,17	0,447	25,2	23,7	22,9
31	4,2	9,20	0,45	28,4	26,7	25,7
32	4,3	9,47	0,454	28,4	26,7	25,7
32	4,4	9,49	0,464	31,6	30	28,6
32	4,5	9,51	0,473	34,8	32,7	31,5

*Расчетная таблица для определения массы
компонентов нормализации при выработке
сгущенного молока с сахаром*

Жпр=8,72%, СОМОпр=20,7%, САХпр=44,5%,

Опр=Жпр /СОМОпр =0,421, САХпр/ Жпр =5,1

Дм, °А	Жм, %	СОМОм, %	Жм/ СОМОм	На 100 кг цельного молока требуется, кг		
				сливок, Жсл=30%	об. мол. СОМО- об=7,95%	сахаро- зы
26	3	7,68	0,391	0,9	–	16,7
26	3,1	7,70	0,403	0,5	–	16,6
26,5	3,1	7,82	0,396	0,7	–	16,9
27	3,3	7,99	0,413	0,2	–	17,1
27	3,4	8,02	0,424	–	0,7	17,3
27	3,5	8,04	0,435	–	3,5	17,9
27,5	3,4	8,14	0,418	0,1		17,5
27,5	3,5	8,16	0,429	–	2,0	17,9
27,5	3,6	8,19	0,440	–	4,6	18,4
28	3,6	8,31	0,433	–	3,1	18,4
28	3,7	8,33	0,444	–	3,9	18,9
28,5	3,7	8,46	0,437	–	4,2	18,9
29	3,8	8,61	0,441	–	5,3	19,4
29	3,9	8,63	0,452	–	8,1	19,9
29,5	3,9	8,75	0,446	–	6,6	19,9
30	3,9	8,88	0,439	–	4,9	19,9
30	4,0	8,90	0,449	–	7,7	20,4
31	4,1	9,17	0,447	–	7,3	20,9
31	4,2	9,20	0,45	–	9,9	21,4
32	4,3	9,47	0,454	–	9,5	21,2
32	4,4	9,49	0,464	–	12,3	22,5
32	4,5	9,51	0,473	–	15,0	23,0

Приложение 4

*Расчетная таблица для определения массы
компонента нормализации при выработке
молока сгущенного стерилизованного*

Жпр =8,2%, СОМОпр =17,8%, Опр =Жпр /СОМОпр =0,460

Д _м , °А	Ж _м , %	СОМО _м , %	Ж _м / СОМО _м	На 100 кг цельного молока требуется , кг	
				сливок, Жсл=30%	об. мол. СОМОоб=8,5%
26	3	7,68	0,391	1,98	—
26	3,1	7,70	0,403	1,64	—
26,5	3,1	7,82	0,396	1,84	—
27	3,3	7,99	0,413	1,39	—
27	3,4	8,02	0,424	1,07	—
27	3,5	8,04	0,435	0,74	—
27,5	3,4	8,14	0,418	1,28	—
27,5	3,5	8,16	0,429	0,94	—
27,5	3,6	8,19	0,440	0,62	—
28	3,6	8,31	0,433	0,82	—
28	3,7	8,33	0,444	0,49	—
28,5	3,7	8,46	0,437	0,71	—
29	3,8	8,61	0,441	0,60	—
29	3,9	8,63	0,452	0,26	—
29,5	3,9	8,75	0,446	0,46	—
30	3,9	8,88	0,439	0,69	—
30	4,0	8,90	0,449	0,35	—
31	4,1	9,17	0,447	0,44	—
31	4,2	9,20	0,45	0,12	—
32	4,3	9,47	0,454	0,21	—
32	4,4	9,49	0,464	—	0,90
32	4,5	9,51	0,473	—	3,25

СОДЕРЖАНИЕ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ТЕКСТЕ	3
<i>Занятие 1</i>	
СГУЩЕНИЕ ПРИ ВЫРАБОТКЕ СУХОГО МОЛОКА	4
<i>Занятие 2</i>	
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СГУЩЕННЫХ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ И СУХИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	23
<i>Занятие 3</i>	
ВЫРАБОТКА СГУЩЕННОГО МОЛОКА С САХАРОМ	35
<i>Занятие 4</i>	
ВЫРАБОТКА СТЕРИЛИЗОВАННОГО СГУЩЕННОГО МОЛОКА.....	48
<i>Занятие 5</i>	
САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ (с использованием информационных технологий и периодических изданий).....	66
<i>Занятие 6</i>	
ВЫРАБОТКА РЕКОМБИНИРОВАННОГО МОЛОКОСОДЕРЖАЩЕГО СГУЩЕННОГО ПРОДУКТА С САХАРОМ.....	69
<i>Занятие 7</i>	
ВЫРАБОТКА СУХОГО МОЛОКА	75
<i>Занятие 8</i>	
СГУЩЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ.....	81
ПРИЛОЖЕНИЯ	84
<i>Приложение 1</i>	
РАСЧЕТНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СМО, СОМО, Ж/СОМО МОЛОКА	84
<i>Приложение 2</i>	
РАСЧЕТНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ КОМПОНЕНТА НОРМАЛИЗАЦИИ ПРИ ВЫРАБОТКЕ СУХОГО МОЛОКА 25%-НОЙ ЖИРНОСТИ	85
<i>Приложение 3</i>	
РАСЧЕТНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ КОМПОНЕНТОВ НОРМАЛИЗАЦИИ ПРИ ВЫРАБОТКЕ СГУЩЕННОГО МОЛОКА С САХАРОМ	86
<i>Приложение 4</i>	
РАСЧЕТНАЯ ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ КОМПОНЕНТА НОРМАЛИЗАЦИИ ПРИ ВЫРАБОТКЕ МОЛОКА СГУЩЕННОГО СТЕРИЛИЗОВАННОГО	87

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

БУЙЛОВА Людмила Александровна

ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОЧНЫХ КОНСЕРВОВ

Лабораторный практикум

Корректор Г.Н. Елисеева

Технический редактор Ю.И. Чикавинский

Подписано в печать 11.01.2010 г.
Объем 5,5625 усл. печ. л.
Заказ № 22 - Р

Формат 60/90 1/16
Тираж 200 экз.

Издательский центр Вологодской государственной
молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина
160555 г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2

