

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Т.П. Арсеньева**

**БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАСЛИ**

**Учебно-методическое пособие**

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Санкт-Петербург**  
**2016**

УДК 637.1/3

**Арсеньева Т.П.** Безотходные технологии отрасли: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 55 с.

Представлены работы по безотходной технологии молочных продуктов из вторичного молочного сырья – обезжиренного молока, пахты, сыворотки, касающиеся изучения теоретических вопросов дисциплины «Безотходные технологии отрасли». Даны контрольные задания, рекомендации к выполнению лабораторных работ, а также к самостоятельной работе.

Предназначено для бакалавров направления 19.03.03 Продукты питания животного происхождения очной и заочной форм обучения.

**Рецензент: доктор техн. наук, проф. Л.В. Красникова**

**Рекомендовано к печати советом факультета пищевых биотехнологий и инженерии от 27 октября 2016 г., протокол № 2**



**Университет ИТМО** – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5–100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2016

© Арсеньева Т.П., 2016

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Безотходные технологии отрасли» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин подготовки по направлению 19.03.03 Продукты питания животного происхождения. Дисциплина реализуется на факультете пищевых биотехнологий и инженерии Университета ИТМО кафедрой прикладной биотехнологии.

При ее изучении студент должен приобрести достаточные теоретические и практические знания современных принципов безотходной и ресурсосберегающей технологии переработки молока – получения качественных и безопасных молочных продуктов из вторичных ресурсов молока, новых научных решений, определяющих прогресс их производства на современном этапе.

Каждый студент-заочник представляет одну контрольную работу по безотходной технологии отрасли. Номер варианта выбирается по последней цифре шифра.

Контроль знаний студента осуществляется путем проверки, зачтения контрольной работы, проведения собеседования по лабораторно-практическим занятиям и сдачи зачета в период сессии.

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема безотходной технологии отрасли, т. е. полного и рационального использования всех компонентов молока, существует во всем мире. Суть проблемы заключена в существующей традиционной технологии производства молочных продуктов.

При сепарировании молока, производстве сметаны, сливочного масла, натуральных сыров, творога и молочного белка по традиционной технологии получают побочные продукты – обезжиренное молоко, пахту и молочную сыворотку, которые имеют условный обобщающий термин – вторичное молочное сырье (далее по тексту – ВМС).

Схема образования и комплексное использование вторичных молочных ресурсов представлена на рисунке.

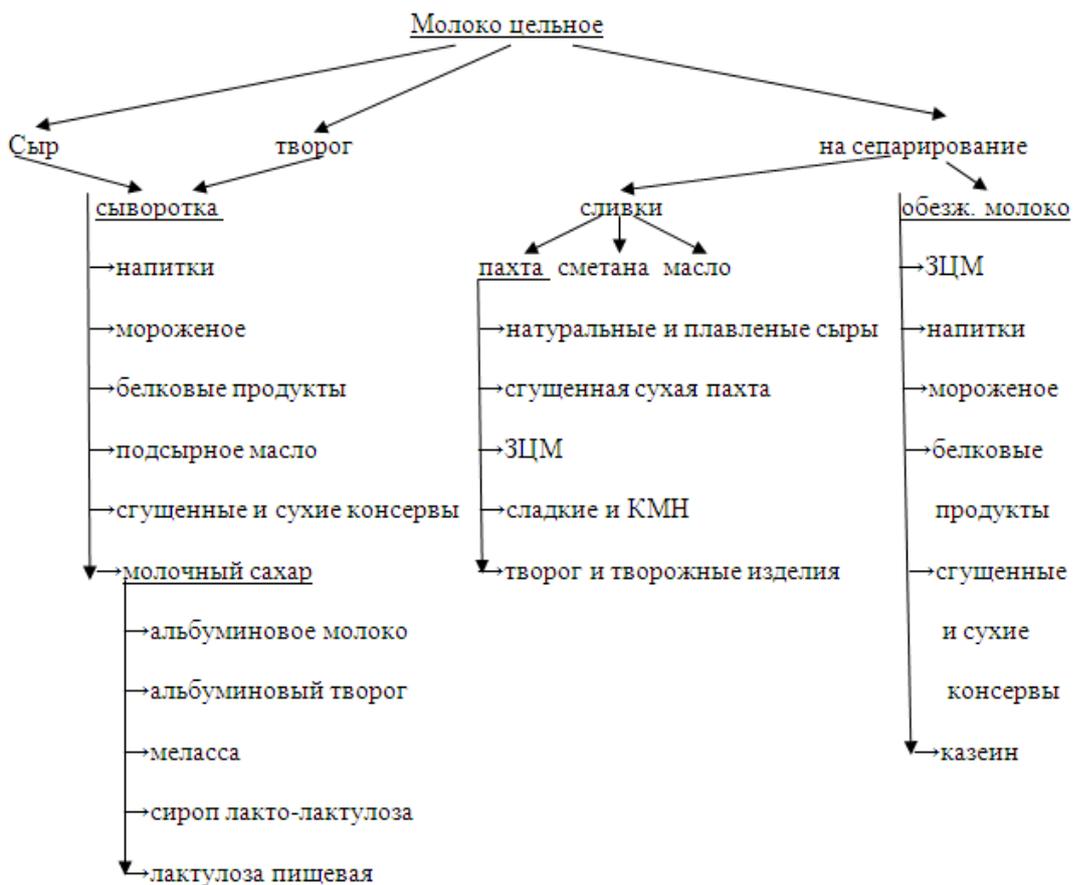


Схема образования и переработки вторичных молочных ресурсов

ВМС характеризуется уникальным, сбалансированным природой составом и свойствами, отличающимися от исходного молока-сырья. Объемы ВМС и его ценность заслуживают внимания переработчиков. Поэтому вполне логичным представляется изучение биотехнологии продуктов из ВМС с целью подготовки квалифицированных специалистов молочной промышленности.

Человечество с развитием научно-технического прогресса потребляет всё больше пищевых ресурсов. Большинство из них являются исчерпаемыми. Поэтому, чем большее количество их потребления, тем быстрее они заканчиваются. Следовательно, использовать эти ресурсы надо разумно.

Одним из таких разумных решений является применение безотходных технологий отрасли. Что касается молочной промышленности, это использование ВМС на пищевые цели. В молочной промышленности большую часть ВМС, такого как сыворотка, просто выкидывают, так как утилизировать ее для производителя дешевле, чем затрачивать средства на ее переработку. Сыворотка является ценным источником эссенциальных компонентов пищи, поэтому ее использование в дальнейших пищевых и кормовых целях является рациональным.

Безотходные технологии позволяют использовать все составные части молока на основе его промышленной переработки в пищевые продукты, медицинские препараты, кормовые концентраты и технические полуфабрикаты.

## ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

Основными и наиболее ценными компонентами ВМС являются белки, жиры и углеводы (лактоза). Кроме основных компонентов во вторичное молочное сырье переходят минеральные соли, небелковые азотистые соединения, витамины, ферменты, гормоны, иммунные тела, органические кислоты, т. е. все ценные компоненты, которые содержатся в цельном молоке. Содержание основных компонентов во ВМС по сравнению с цельным молоком показано в табл. 1.

Таблица 1

Содержание основных компонентов

Компоненты	Цельное молоко	Обезжиренное молоко	Пахта	Молочная сыворотка
М.д.СВ, %	12,3	8,8	9,1	6,3
Молочный жир	3,6	0,05	0,5	0,2
Белок	3,2	3,2	3,2	0,8
Лактоза	4,8	4,8	4,7	4,5
Минеральные вещества	0,7	0,75	0,7	0,5

**Молочный жир** – сложное соединение глицерина с насыщенными (масляной, капроновой, каприловой, стеариновой и др.) и ненасыщенными (олеиновой, линолевой, линоленовой и др.) жирными кислотами. Особенностью молочного жира вторичного молочного сырья является повышенная степень дисперсности 0,5–1 мкм, что способствует более легкому эмульгированию, омылению и усвояемости до 96 %. Кроме молочного жира обезжиренное молоко, молочная сыворотка и особенно пахта содержат фосфотиды (лецитин, кефалин) и стерины (холестерин, эргостерин).

**К белковым азотистым** соединениям, которые содержатся во вторичном молочном сырье, относятся казеин, лактоальбумин, лактоглобулин, эвглобулин и псевдоглобулин. Основными белками являются казеин, альбумин и глобулин. Они содержат все незаменимые аминокислоты, а также аланин, аспаргиновую кислоту, глицин,

глутаминовую кислоту и др., причем некоторые незаменимые аминокислоты, например лейцин, изолейцин, метионин, лизин, треонин, триптофан представлены в белках молочной сыворотки в большем количестве, чем в белках молока. Во вторичном молочном сырье, особенно в молочной сыворотке, присутствуют также небелковые азотистые соединения в виде мочевины, мочевой кислоты, гиппуровой кислоты, креатина, пуриновых оснований (продукты распада нуклеиновых кислот).

**Углеводы** во вторичном молочном сырье представлены, главным образом, молочным сахаром (лактозой) и продуктами его гидролиза – глюкозой и галактозой. Усвояемость молочного сахара достигает 98–99,7 %, а медленное расщепление его способствует поддержанию жизнедеятельности молочнокислых микроорганизмов в кишечнике.

**Минеральные вещества** присутствуют во ВМС в виде органических и неорганических соединений и представлены *катионами* К, Na, Mg, Са и *анионами* лимонной, фосфорной, молочной, соляной, серной и угольной кислот. В сыворотке минеральных веществ несколько меньше, чем в обезжиренном молоке и пахте, так как некоторая часть солей переходит в основной продукт – сыр, творог, казеин.

В состав вторичного молочного сырья входят также микро- и ультрамикроэлементы: железо, медь, марганец, кобальт, мышьяк, йод, кремний, германий.

Органические кислоты во вторичном молочном сырье представлены молочной, лимонной и нуклеиновой кислотами.

**Ферменты**, содержащиеся во вторичном молочном сырье, можно разделить на ферменты: расщепления, окисления-восстановления; переноса и изомеризации. При тепловой обработке обезжиренного молока, пахты или сыворотки при температуре свыше 75 °С ферменты обычно разрушаются.

**Витамины** можно разделить на водорастворимые (С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, РР, пантотеновая и аскорбиновая кислоты) и жирорастворимые (А, D, Е). Содержание витаминов во вторичном молочном сырье (мкг/кг) в сравнении с цельным молоком представлено в табл. 2.

Энергетическая ценность вторичного молочного сырья *E* (в кДж) в расчете на 1000 г определяется по формуле:

$$E = 39Ж + 17,2Б + 16,7У10,$$

где Ж, Б, У – жиры, белки, углеводы, %.

Энергетическая ценность цельного, обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки составляет: 2805, 1440, 1599 и 1013 кДж, соответственно.

Таблица 2

### Содержание витаминов в цельном и вторичном молочном сырье

Витамины	Цельное молоко	Обезжиренное молоко	Пахта	Молочная сыворотка
Тиамин (В <sub>1</sub> )	0,45	0,35	0,36	0,37
Рибофлавин (В <sub>2</sub> )	1,50	1,80	2,00	2,00
Пиридоксин (В <sub>6</sub> )	0,33	1,50	1,60	1,30
Кобаломин (В <sub>12</sub> )	4,00	4,00	4,20	2,60
Аскорбиновая кислота (С)	1,50	2,30	2,70	4,70
Ретинол (А)	0,25	0,03	0,08	0,04
Токоферол (Е)	0,85	0,50	0,55	0,29
Биотин (Н)	56,00	0,01	0,01	0,01
Холин	313,00	328,00	466,00	662,00

**Обезжиренное молоко.** В обезжиренном молоке содержится больше сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) и меньше жира в сравнении с цельным молоком. Так, например, если в цельном молоке на одну часть жира приходится 2,2–2,4 СОМО, то в обезжиренном молоке – от 90 до 170 частей. Содержание сухих веществ в обезжиренном молоке зависит от их содержания в цельном молоке и может колебаться от 8,2 до 9,5 %.

Для определения теоретического количества сухого обезжиренного молочного остатка молока (СОМО<sub>м-ка</sub>) в % пользуются расчетными методами:

$$\text{СОМО}_{\text{м-ка}} = \text{СВ}_{\text{м-ка}} - \text{Ж}_{\text{м-ка}};$$

$$\text{СВ}_{\text{м-ка}} = 4,9 \text{ ж} + 28 / 4,$$

где  $СВ_{м-ка}$  – сухие вещества молока, %;  $Ж_{м-ка}$  – массовая доля жира молока (м.д.ж),%; 28 – плотность молока в ариометрах; 4 – поправочный коэффициент.

Для определения теоретического количества СОМО обезжиренного молока ( $СОМО_{об. м-ка}$ ) в %:

$$СОМО_{об. м-ка} = 100 \cdot СОМО_{м-ка} / 100 - Ж_{м-ка}.$$

Основные физические свойства обезжиренного молока:

- плотность = 1030–1035 кг/м<sup>3</sup>;
- кислотность – не более 19 °Т;
- м.д.ж. об. м-ка не более 0,05 %;
- вязкость (1,71–1,75) 10<sup>-3</sup>Па · с;
- теплоемкость = 3,978 кДж/кг · К;
- теплопроводность = 0,429 Вт/м·К.

В связи с небольшим содержанием жира плотность в обезжиренном молоке больше плотности цельного молока (1028–1032 кг/м<sup>3</sup>), а вязкость меньше вязкости цельного молока на 8–15 %, энергетическая ценность обезжиренного молока меньше по сравнению с цельным молоком в 2 раза.

**Пахта** образуется на стадиях сбивания или сепарирования сливок при производстве сливочного масла и представляет собой жидкую несбиваемую часть сливок. В зависимости от метода производства масла различают следующие виды пахты:

– пахта, получаемая при производстве сливочного масла методом сбивания сливок на маслоизготовителе периодического и непрерывного действия;

– пахта, получаемая при производстве сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок.

Состав и свойства пахты во многом определяются методом производства сливочного масла. Состав и свойства пахты в зависимости от метода производства масла представлены в табл. 3.

Пахта, полученная при производстве масла методом сбивания сливок и методом преобразования ВЖС, отличается массовой долей жира и белком.

Таблица 3

**Состав и свойства пахты**

Наименование компонентов	Содержание компонентов в пахте, %, при методах сбивания	
	Периодический	Непрерывный
Молочный жир	0,4	0,7
Белок	3,2	3,2
Лактоза	4,7	4,7
Минеральные вещества	0,7	0,7
Сухие вещества	9,0	9,3
Кислотность, °Т	20/40	20/40
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1030–1035	1030–1035

Физические свойства пахты:

- плотность = 1029–1035 кг/м<sup>3</sup>;
- вязкость  $(1,65–1,70) \cdot 10^{-3}$  Па·с;
- теплоемкость = 3,936 кДж/кг·с;
- теплопроводность = 0,452 Вт/м·К.

**Молочная сыворотка** является вторичным сырьем при производстве творога, сыра и казеина. В зависимости вида вырабатываемого продукта получают творожную, подсырную, казеиновую сыворотку. В процессе производства в молочную сыворотку переходит около 50 % сухих веществ молока. Состав и свойства молочной сыворотки представлены в табл. 4.

Таблица 4

**Состав и свойства молочной сыворотки**

Показатели	Молочная сыворотка	
	Подсырная	Творожная
Сухое вещество, %, в том числе:	4,5–7,2	4,2–7,4
молочный жир	0,05–0,5	0,05–0,4
белок	0,5–1,1	0,5–1,4
лактоза	3,9–4,9	3,2–5,1
минеральные соли	0,3–0,8	0,5–0,8
Кислотность, °Т	15–25	50–85
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1018–1027	1019–1026

Состав углеводов молочной сыворотки аналогичен углеводному составу молока. Основной углевод–дисахарид-лактоза, а также моносахара и олигосахара.

Молочный жир в сыворотке диспергирован больше, чем в цельном молоке, что положительно влияет на его усвояемость.

В молочную сыворотку переходят почти все соли и микроэлементы молока, а также соли, вводимые при выработке основного продукта. Минеральные вещества в сыворотке находятся в виде истинного и молекулярного растворов и в коллоидном состоянии в виде солей органических и неорганических кислот. Из катионов в сыворотке преобладают К, Са, Na, Mg, Fe, из анионов – остатки лимонной, фосфорной, молочной и соляной кислот. Почти полностью в сыворотку переходят водорастворимые витамины.

В подсырную сыворотку переходят 23–75 % сычужного фермента, вводимого в молоко. При производстве казеина сыворотка содержит некоторое количество минеральных кислот, соляной или серной.

Физические показатели сыворотки:

- плотность = 1022–1027 кг/м<sup>3</sup>;
- вязкость (1,55–1,66) 10<sup>-3</sup> Па · с;
- теплоемкость = 4,8 кДж/кг · К.

### ***Биологическая ценность вторичного молочного сырья***

Вторичное молочное сырье содержит комплекс биологически активных веществ (БАВ) при минимальной калорийности и малом содержании перегрузочных стериногенных веществ (жир, холестерин). Поэтому БАВ являются ценным сырьем при производстве продуктов питания.

Биологическая ценность вторичного молочного сырья обусловлена содержанием в нем молочных белков (казеина, сывороточных белков).

Белковые вещества молочной сыворотки по своей природе близки к белкам крови (альбумин, глобулин), некоторые фракции их обладают иммунными свойствами. Небелковые азотистые соединения, особенно аминокислоты, в том числе незаменимые, представляют собой ценность для питания организма.

Больше всего в молочном белке содержится лизина. Эта аминокислота оказывает противовирусное действие, особенно в отноше-

нии вирусов, вызывающих герпес и острые респираторные инфекции. Исследования, проведенные на животных, показали, что недостаток лизина вызывает иммунодефицитные состояния.

Лизин поддерживает уровень энергии и сохраняет здоровым сердце благодаря карнитину, который образуется в организме из лизина. Как показали исследования, однократный прием 5000 мг лизина увеличивает уровень карнитина в 6 раз, для чего витамины С, тиамин (В<sub>1</sub>) и железо должны присутствовать в достаточных количествах. Лизин участвует в формировании коллагена и восстановлении тканей. Его применяют в восстановительный период после операций и спортивных травм.

Лизин улучшает усвоение кальция из крови и транспорт его в костную ткань, поэтому он может быть неотъемлемой частью программы лечения и профилактики остеопороза.

Совместный прием лизина и аргинина (1–2 г в сутки) повышает иммунный ответ организма, в частности, количество и активность нейтрофилов. Лизин усиливает действие аргинина.

Лизин понижает уровень триглицеридов в сыворотке крови, замедляет повреждение хрусталика, особенно при диабетической ретинопатии. Лизин в сочетании с пролином и витамином С предупреждает образование липопротеинов, вызывающих закупорку артерий, следовательно, будет полезен при сердечно-сосудистых патологиях.

Дефицит лизина неблагоприятно сказывается на синтезе белка, что приводит к утомляемости, усталости и слабости, плохому аппетиту, замедлению роста и снижению массы тела, неспособности к концентрации, раздражительности, кровоизлияниям в глазное яблоко, потере волос, анемии и проблемам в репродуктивной сфере.

Так как в белках злаковых растений лизина содержится недостаточно, то молочный белок может существенно восполнить этот недостаток.

Если принять биологическую ценность белка куриного яйца за 100 (тест белка), то для комплекса молочных белков этот показатель составит 92 (для казеина – 73, а для сывороточных белков – 110), пшеницы – 56. Биологическая ценность смеси, состоящей из 76 % молочного белка и 24 % белка пшеницы, равняется 105–112, что превосходит биологическую ценность белка пшеницы и молочного белка.

Смесь концентрата сывороточных белков с другими растительными белками дает еще больший эффект. Сывороточные белки, которые являются важным компонентом молочной сыворотки, оптимально сбалансированы по аминокислотному набору, особенно серосодержащим аминокислотам – цистину, метионину, что создает хорошие возможности для регенерации белков печени, гемоглобина и белков плазмы крови.

Молочный жир в обезжиренном молоке, пахте и молочной сыворотке находится в состоянии высокой степени дисперсности. Размер жировых шариков составляет 0,05–1 мкм, что способствует более легкому эмульгированию, омылению и усвояемости 94–96 % жира. Усвояемость молочного сахара живым организмом достигает 98–99,7 %.

Наряду с энергетическими функциями лактоза выполняет функции структурного углевода. Кроме того, медленнее всасываясь, она способствует поддержанию жизнедеятельности молочных бактерий, нормализует процессы брожения – предупреждает развитие гнилостных процессов и аутоинтоксикации.

*Холин* – это витаминоподобное соединение, необходимое для надлежащего функционирования и строения каждой клетки организма человека, который является липотропным антиатеросклеротическим веществом. В сухом цельном молоке содержится 81 мг % холина, а в сухом обезжиренном молоке его содержание составит 110 мг %. Обезжиренное молоко и продукты из него в сравнении с цельным молоком более богаты и аминокислотным набором. Например, количество незаменимых аминокислот в сухом обезжиренном молоке в 1,46 раза больше по сравнению с сухим цельным молоком.

*Пахта* – продукт высокой биологической ценности, что обусловлено наличием в ней комплекса веществ липотропного действия – фосфолипидов. При производстве сливочного масла в пахту переходит до 75 % фосфолипидов, которые обладают выраженными биологическими свойствами: участвуют в нормализации жирового и холестеринового обмена, входят в состав тканей, крови и мембранных систем клеток, активизируют работу ферментов. Особая ценность пахты состоит в том, что лецитин в ней находится в наиболее активной форме за счет связи с белком, и ее употребление практически нелимитировано для всех возрастных групп людей.

Пахта содержит минимальное количество холестерина (10 мг в 100 г), следовательно, не обладает атерогенными свойствами.

Молочный жир пахты также представлен высокоценными жирными кислотами – линоленовой, линолевой, арахидоновой. Пахта рекомендуется для широкого внедрения в практику питания всех возрастных групп, в том числе при гипокинезии (длительной физической ненагруженности).

Вторичное молочное сырье является продуктом с естественным набором жизненно важных минеральных соединений. По минеральному составу вторичное молочное сырье идентично цельному молоку. Особую ценность представляют соединения, содержащие фосфор, кальций, магний, а также микро- и ультрамикроэлементы. В целом комплекс минеральных солей вторичного молочного сырья как по своему широкому спектру, так и по составу соединений представляется, с биологической точки зрения, наиболее оптимальным. Ферменты, витамины, фосфолипиды и другие биологически активные вещества обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки играют важную роль. Энергетическая ценность обезжиренного молока и пахты почти в 2 раза, а сыворотки почти в 3,5 раза меньше, чем цельного молока, а биологическая ценность их примерно одинаковая. Это обуславливает целесообразность использования вторичного молочного сырья в диетическом питании людей в нынешний период, когда физические нагрузки значительно снизились, появляется тенденция к избыточной массе тела, возросли нервно-психические перегрузки и в питании имеет значение не столько его энергетическая ценность, сколько высокая биологическая полноценность.

В целом вторичное молочное сырье может быть охарактеризовано формулой: «Минимум калорий при максимуме биологической ценности». Это позволяет рассматривать обезжиренное молоко, пахту, молочную сыворотку и продукты, полученные из них, как биологически полноценные с диетическими и даже лечебными свойствами, обеспечивающими охрану внутренней среды организма.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Каждая работа начинается с рассмотрения ее цели и теоретической части изучаемой темы. Затем дается перечень необходимого оборудования, приборов, материалов, приводятся задания и порядок выполнения лабораторной работы, краткое ее содержание, методы исследования и требования к оформлению. Список рекомендуемой литературы приведен в конце методических указаний.

К выполнению лабораторной работы допускаются студенты, имеющие санитарную одежду (белый халат) и прошедшие инструктаж по технике безопасности и противопожарным правилам, после проверки усвоения правил и оформления допуска в специальном журнале. При выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать установленные правила, в особенности правила работы с электроагрегативными приборами, концентрированными кислотами и щелочами, легковоспламеняющимися жидкостями, а также с приборами и оборудованием, имеющими вращающиеся части.

**В лаборатории запрещается:**

- оставлять включенные действующие приборы без наблюдения;
- переносить или ремонтировать оборудование, находящееся под напряжением;
- нагревать химическую посуду на огне без асбестовой сетки;
- сливать остатки концентрированных щелочей, кислот, растворителей и других едких жидкостей в канализацию без специальной обработки (например, нейтрализации);
- принимать пищу на рабочем месте.

Студенты допускаются к работам в лаборатории после их ознакомления с правилами безопасности (с общими – в начале семестра и с частными – перед каждым занятием).

Допуск к выполнению лабораторной работы происходит при условии положительного устного ответа студента на вопросы, охватывающие тему лабораторной работы перед ее проведением. Полнота ответов студентов оценивается в баллах.

Студенты, не подготовившиеся к занятию, к выполнению задания не допускаются и выполняют его вне расписания после повторной проверки готовности.

Отчет по лабораторной работе представляется в рукописном или печатном виде в формате, предусмотренном формой отчета по лабораторной работе (прил. 1). Защита отчета проходит в виде доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. В случае, если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов являются небрежное выполнение, а также низкое качество графического материала (отсутствие указания единиц измерения на графиках и т. д.).

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае отсутствия:

- необходимых разделов;
- необходимого графического материала;
- выводов по результатам работы.

## **ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ**

1. Перед началом занятий необходимо надеть белые халаты.
2. На рабочем месте не следует держать никаких посторонних предметов. Сумки и пакеты укладывают в специально отведенное для них место.
3. Категорически запрещается пить воду из химической посуды.
4. Не включать и не выключать без разрешения преподавателя рубильники и приборы. Следить за состоянием изоляции проводов, электроарматуры и оборудования.
5. Нельзя пробовать на вкус химические реактивы.
6. Горячие и раскаленные предметы ставить только на асбестовую сетку или иную термостойкую прокладку.
7. При работе с крепкими кислотами и щелочами необходимо:
  - а) при отмеривании и переливании кислоты и щелочи надевать защитные очки, резиновые перчатки и поверх халата прорезиненный фартук;
  - б) не втягивать кислоту пипеткой в рот, использовать для отмеривания кислоты дозаторы или резиновую грушу;
  - в) при закрытии жиромеров пробками и при встряхивании заворачивать их в салфетки;
  - г) при ввертывании в жиромер резиновой пробки, а также при отсчете показателя содержания жира жиромер держать за расширенную часть, завернутую в салфетку. В противном случае в месте спая корпуса градуированной трубки жиромер может сломаться и кислота попадет на руки;
  - д) вынимая пробки из жиромеров, следует держать приборы отверстиями в сторону от себя и от окружающих;
  - е) отработанные кислоты и щелочи сливать через воронку в специальные бутылки.
8. При попадании кислоты на руки или лицо пораженные места сразу же промыть чистой водой, залить слабым раствором соды и снова чистой водой. Если кислота попала на одежду, ее нейтрализуют содой, а затем смывают водой.
9. Если жиромер разбился в центрифуге, необходимо немедленно промыть диск содовым раствором, чистой водой и протереть его насухо.

10. Горящие спиртовки, горелки должны находиться на расстоянии не ближе трех метров от воспламеняющихся веществ.

11. В случае воспламенения горючих жидкостей (бензин, эфир, спирт и др.) следует быстро погасить горелки, выключить электронагревательные приборы и принять меры к тушению пожара.

12. По окончании работы привести в порядок рабочее место (вымыть посуду, поставить на рабочее место реактивы, приборы и т. п.) и представить его лаборанту кафедры.

## Лабораторная работа № 1

### ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

#### Теоретическое обоснование

Химический состав, энергетическая или пищевая ценность и физические свойства вторичного молочного сырья в значительной степени зависят от способов его получения.

**Обезжиренное молоко** получают в результате сепарирования цельного молока, и его состав, в основном, зависит от состава цельного молока и режимов сепарирования. Отличаются цельное и обезжиренное молоко по составу только соотношением между нежировой и жировой частями.

Качество обезжиренного молока характеризуется следующим образом: вкус чистый, без посторонних привкусов и запахов; цвет белый со слегка синеватым оттенком, однородный по всей массе; консистенция однородная без осадков и хлопьев; кислотность не более 20 °Т.

Выход обезжиренного молока составляет примерно 90 % от массы сепарированного молока, массовая доля жира в обезжиренном молоке не должна превышать 0,05 %.

**Пахту** получают при производстве сливочного масла методами сбивания сливок и преобразования высокожирных сливок. Различают также пахту, полученную как при производстве сладкосливочного, так и кислосливочного масла. Поэтому и требования, предъявляемые к пахте как к сырью, различны.

По органолептическим показателям пахта должна являться однородной жидкостью без осадка и хлопьев, иметь цвет от белого до слабо-желтого.

Вкус и запах для пахты, полученной при производстве сладкосливочного масла, должен быть чистый молочный, свойственный пахте (допускается слабокормовой), кислотность не более 19 °Т, для пахты, полученной при производстве кислосливочного масла, – чистый, кисломолочный, свойственный пахте (допускается слабокормовой), кислотность не более 40 °Т.

**Молочная сыворотка** является побочным продуктом при производстве сыров, творога, казеина и копреципитатов. В зависимости от вида и способа получения сыворотки химический состав ее значительно колеблется.

По органолептическим показателям сыворотка должна представлять собой однородную жидкость, зеленоватого цвета, без посторонних примесей, иметь чистый, слегка кисловатый вкус без посторонних привкусов и запахов. Для соленой сыворотки допускается привкус от солоноватого до соленого. Во всех видах сыворотки допускается наличие белкового осадка. Кислотность сыворотки не более: подсырной несоленой 20 °Т, творожной 75 °Т, казеиновой 70 °Т.

Отдельно нормированы показатели для соленой подсырной сыворотки:

Плотность, кг/м <sup>3</sup> .....	1023–1065
Кислотность, °Т, не более .....	25
Сухие вещества, % .....	5,0–12,0
Лактоза, % .....	4,0
Молочный жир, %, не более .....	0,1
Хлористый натрий, %, не более .....	6,0

**Цель работы:** ознакомление с требованиями, предъявляемыми к качеству обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки, как к сырью, предназначенному для переработки на пищевые продукты.

**Оборудование, приборы, материалы:**

- термометр стеклянный с диапазоном измерения температуры от 0 до 100 °С;
- пипетки емкостью 10 и 10,77см<sup>3</sup>;
- колбы вместимостью 150–200 см<sup>3</sup>;
- капельница;
- бюретка стеклянная объемом 25–50 мл;
- цилиндры вместимостью 250 см<sup>3</sup>;
- водяная баня;
- жиромер для молока и обезжиренного молока;
- пробки резиновые для жиромеров;
- приборы для отмеривания серной кислоты и изоамилового спирта вместимостью 10 и 1 см<sup>3</sup>;
- центрифуга;
- штатив для жиромеров;
- ареометр для молока (лактоденсиметр);
- вода дистиллированная;
- кислота серная плотностью 1815–1820 кг/м<sup>3</sup>;
- 1%-й спиртовой раствор фенолфталеина.

Сырье:

- молоко обезжиренное;
- пахта;
- сыворотка молочная.

**Методы исследования.** Органолептические и физико-химические показатели (массовую долю жира, кислотность, плотность) обезжиренного молока, пахты и сыворотки установить по стандартным методам.

### Порядок выполнения работы

Студенты получают обезжиренное молоко, пахту и сыворотку творожную и подсырную у лаборанта. Прежде всего необходимо установить их органолептические показатели – вкус, цвет, консистенцию. Цвет определяют, помещая в химический стакан среднюю пробу для анализа и поставив его на лист белой бумаги. Затем устанавливают физико-химические показатели сырья и делают заключение о соответствии его требованиям стандартов.

*Определение массовой доли жира.* Метод основан на выделении жира из молока в жиромере при помощи центрифугирования после растворения белков концентрированной серной кислотой. Полному выделению жира способствует добавление небольшого количества изоамилового спирта.

Для определения жира в обезжиренном молоке используют специальные жиромеры для обезжиренного молока и маложирных молочных продуктов. В жиромер дважды вносят по 10 см<sup>3</sup> серной кислоты плотностью 1815–1820 кг/м<sup>3</sup>, затем осторожно по стенке дважды добавляют пипеткой объемом 10,77 см<sup>3</sup> обезжиренное молоко и 2 см<sup>3</sup> изоамилового спирта. Закрыв жиромер пробкой, встряхивают содержимое до полного растворения белковых веществ и трижды центрифугируют с подогревом в водяной бане ( $65 \pm 2$  °С) между каждым центрифугированием и перед отсчетом.

При определении массовой доли жира в пахте используют жиромеры для цельного молока; содержание жира определяют так же, как и при анализе жира в цельном молоке. Пробу пахты предварительно фильтруют через ватный или четырехслойный марлевый фильтр. Рекомендуются применять двукратное центрифугирование по 5 мин с нагреванием в водяной бане.

Определение жира в сыворотке, не подвергшейся сепарированию, проводят, как в молоке; в сепарированной сыворотке – как в обезжиренном молоке. Пробу сыворотки перед исследованием фильтруют через ватный или четырехслойный марлевый фильтр.

*Определение титруемой кислотности.* Сущность метода состоит в титровании кислых солей, белков, углекислого газа и других компонентов молока раствором щелочи в присутствии фенолфталеина. Кислотность молока выражают в градусах Тернера ( $^{\circ}\text{T}$ .)

В обезжиренном молоке, пахте и сыворотке титруемую кислотность определяют так же, как и в цельном молоке.

Для этого в коническую колбу вместимостью 150–200 см<sup>3</sup> отмеряют 10 см<sup>3</sup> молока, прибавляют из бюретки 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и три капли фенолфталеина. Смесь тщательно перемешивают и медленно титруют 0,1 н. раствором едкого натра (калии) при непрерывном помешивании содержимого колбы легким ее вращением до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Кислотность молока в градусах Тернера ( $^{\circ}\text{T}$ ) равна количеству миллилитров 0,1 н. раствора щелочи, пошедшего на нейтрализацию 100 см<sup>3</sup> молока.

При титровании сыворотки воду не добавляют, при расчете поправку на титрование без воды не вносят.

*Определение плотности.* Плотность (объемная масса) – это масса сырья при температуре 20  $^{\circ}\text{C}$ , заключенная в единице объема (кг/м<sup>3</sup>).

Плотность определяют при температуре  $20 \pm 5$   $^{\circ}\text{C}$ . Пробу в количестве 250 см<sup>3</sup> перед определением плотности тщательно перемешивают и осторожно, не допуская вспенивания, вводят по стенке в сухой цилиндр, который держат в слегка наклонном положении. Сухой и чистый лактоденсиметр медленно погружают в исследуемый образец и оставляют в нем свободно плавающим так, чтобы он не касался стенок. Цилиндр должен стоять на ровной горизонтальной поверхности в таком положении к источнику света, которое дает возможность отчетливо видеть шкалу плотности и температуры.

Отсчет показаний плотности и температуры производят не ранее чем через 1 мин, т.е. после того, как лактоденсиметр станет неподвижным. При отклонении температуры от 20  $^{\circ}\text{C}$  вносят поправку: на каждый градус выше 20 прибавляют к плотности 0,2 единицы или вычитают 0,2 при температуре ниже 20  $^{\circ}\text{C}$ .

## **Оформление отчета**

Отчет о работе должен содержать цель работы, краткое описание применяемых методов, экспериментальные данные, выводы (см. прил. 1).

## **Контрольные вопросы**

1. Состав и свойства пахты.
2. Перечислите отличия по химическому составу между цельным и обезжиренным молоком.
3. Сколько сухих веществ содержится в пахте и сыворотке?
4. Почему в соленой подсырной сыворотке больше плотность и содержание сухих веществ?
5. В чем сущность метода определения жира в обезжиренном молоке, пахте и сыворотке?
6. Что влияет на кислотность обезжиренного молока, пахты и сыворотки?
7. Почему в творожной сыворотке лактозы меньше, чем в подсырной?

## Лабораторная работа № 2

### ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАПИТКОВ ИЗ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА, ПАХТЫ И СЫВОРОТКИ

#### Теоретическое обоснование

Питательная ценность и диетические свойства вторичного молочного сырья позволяют применять его после предварительной обработки в пищевых целях для приготовления напитков. При этом используются практически все составные части вторичного молочного сырья и создается возможность его направленного обогащения за счет биологической обработки и введения наполнителей.

Из вторичного молочного сырья вырабатывают напитки как «свежие», так и кисломолочные.

Под кисломолочными напитками подразумевают продукты, вырабатываемые из сырья, подвергшегося биологической обработке путем ферментации его чистыми культурами молочнокислых бактерий.

**Цель работы:** ознакомление с технологическими процессами производства напитков из обезжиренного молока, пахты и различных видов сыворотки.

#### Оборудование, приборы, материалы:

- стаканы химические вместимостью 500 см<sup>3</sup>;
- термометр стеклянный с диапазоном измерения температуры от 0 до 100 °С;
- пипетки емкостью 10 и 10,77 см<sup>3</sup>;
- колбы вместимостью 150–200 см<sup>3</sup>;
- капельница;
- бюретка стеклянная объемом 25–50 см<sup>3</sup>;
- цилиндры вместимостью 250 см<sup>3</sup>;
- водяная баня;
- жиромер для молока и обезжиренного молока;
- пробки резиновые для жиромеров;
- приборы для отмеривания серной кислоты и изоамилового спирта вместимостью 10 и 1 см<sup>3</sup>;
- центрифуга;
- штатив для жиромеров;
- вода дистиллированная;
- кислота серная плотностью 1815–1820 кг/м<sup>3</sup>;
- 1%-й спиртовой раствор фенолфталеина.

Сырье:

- молоко обезжиренное;
- пахта;
- сыворотка молочная.

**Методы исследования.** Органолептические и физико-химические показатели (массовую долю жира, кислотность) напитков – по стандартным методам.

### Порядок выполнения работы

Ознакомимся с технологией приготовления некоторых свежих и кисломолочных напитков.

**Нежирное молоко.** Технологический процесс аналогичен производству коровьего пастеризованного молока. Обезжиренное молоко кислотностью не выше 19 °Т пастеризуют при температуре 76–78 °С с выдержкой 20 с или при температуре 85–87 °С без выдержки и охлаждают до температуры 4–6 °С. Готовый продукт должен иметь чистые вкус и запах без каких-либо посторонних, не свойственных свежему молоку привкусов и запахов, представлять собой однородную жидкость без осадка, белого цвета со слегка синеватым оттенком. В нежирном молоке должно быть не менее 8,1 % сухих веществ. Кислотность готового продукта не должна быть выше 21 °Т.

**Нежирное молоко с какао.** Молоко с какао нежирное вырабатывают из обезжиренного молока с добавлением какао и сахара. В нежирном молоке с какао должно быть не менее 12 % сахарозы, массовая доля какао должна составлять не менее 2,5 %. Какао-порошок вносят в молоко в виде сиропа, который готовят предварительно. К какао-порошку добавляют равную по массе часть сахарного песка и три части обезжиренного молока, подогретого до температуры 65 °С. Смесь перемешивают, нагревают до 85–90 °С, выдерживают при этой температуре 30 мин, фильтруют и вносят в обезжиренное молоко, подогретое до температуры 65 °С. Туда же добавляют оставшееся количество сахарного песка. Смесь обезжиренного молока, сиропа какао и сахара пастеризуют при температуре 85 °С без выдержки, гомогенизируют при этой же температуре и давлении 10–15 МПа. Пастеризованную смесь охлаждают до температуры 5–8 °С. Продукт имеет однородную, в меру вязкую консистенцию (допускается незначительный осадок какао), вкус

и запах чистые с выраженным ароматом добавленного какао, цвет равномерный по всей массе.

**Пахта свежая** вырабатывается из натуральной свежей пахты, полученной при производстве сладкосливочного масла из пастеризованных сливок. Кислотность пахты не должна быть выше 20 °Т.

Пахту пастеризуют при температуре 74–76 °С с выдержкой 20 с или при 85–90 °С с выдержкой 2–3 с и последующим охлаждением до температуры 5 °С.

Продукт представляет собой однородную жидкость без крупинок жира, вкус и запах чистые, молочные, с выраженным привкусом пастеризации, цвет белый со слегка желтоватым оттенком. Кислотность продукта должна быть не более 20 °Т, массовая доля жира не более 0,5 %, массовая доля сухих веществ не менее 8,0 %.

**Напиток из пахты кофейный** вырабатывают из натуральной свежей пахты с добавлением сахара и кофе. Согласно рецептуре на 1 т продукта требуется (без учета потерь) 909,7 кг пахты, 70,3 кг сахара и 20,0 кг вытяжки кофе натурального молотого.

Для приготовления кофейной вытяжки берут кофе и воду питьевую в соотношении 1:3. Полученную смесь кипятят в течение 5 мин, затем выдерживают 30 мин и процеживают через несколько слоев марли.

В пахту, подогретую до температуры 50–60 °С, вносят рассчитанное, согласно рецептуре, количество просеянного сахара и кофейную вытяжку. Смесь интенсивно перемешивают до растворения сахара, фильтруют и направляют на пастеризацию. Смесь немедленно пастеризуют при температуре 85–90 °С с выдержкой 5–10 мин и охлаждают до 6–8 °С.

Готовый продукт должен содержать не менее 7,0 % сахарозы и не менее 2,0 % кофе. Кислотность не более 21 °Т. Допускается незначительный осадок кофе.

**Пахта диетическая.** Для ее приготовления пахту из-под сладкосливочного масла пастеризуют при температуре 85–90 °С с выдержкой 5–10 мин и охлаждают до температуры 30 °С. Заквашивают смесью заквасок (приготовленных в количестве 1–2 % на обезжиренном молоке), состоящей из 70 % закваски чистых культур молочнокислых стрептококков и 30 % чистых культур ацидофильных палочек. Перед внесением в пахту закваску следует тщательно перемешать.

После внесения закваски пахту тщательно перемешивают и сквашивают при температуре 30 °С в течение 8–16 ч до образования сгустка и достижения кислотности 70–80 °Т. Затем сгусток перемешивают и охлаждают до температуры 2–6 °С.

**Напиток из пахты кисломолочный сладкий** вырабатывают из натуральной свежей пахты путем сквашивания смесью молочнокислых стрептококков и ацидофильных палочек, взятых в соотношении 7:3, с добавлением сахара. Весь технологический процесс проводят так же, как при производстве пахты диетической, с той лишь разницей, что перед пастеризацией в пахту, подогретую до температуры 50–60 °С, вносят сахар-песок в количестве 50,2 кг на 939,6 кг пахты. Кислотность готового напитка должна быть не более 120 °Т.

**Напитки из сыворотки** вырабатывают как из неосветленной, так и из осветленной сыворотки после выделения сывороточных белков методом тепловой денатурации при температуре 90–98 °С с выдержкой в течение 1–2 ч.

**Напитки из неосветленной сыворотки** содержат все составные части молочной сыворотки. Технология их достаточно проста. Эти напитки непрозрачные, и в них возможно выпадение хлопьевидного осадка.

**Пастеризованная молочная сыворотка** вырабатывается из творожной сыворотки с добавлением или без добавления вкусовых и ароматических веществ.

Рецептура (в кг) на пастеризованную молочную сыворотку с наполнителями на 1000 кг готового продукта (без учета потерь сырья) представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Рецептура на пастеризованную молочную сыворотку с наполнителями**

Сырье	Норма расхода, кг		
	Сыворотки с сахаром	Сыворотки с ванилином	Сыворотки с кориандром
Сыворотка творожная	950,00	949,99	940,00
Сахар-песок	50,00	50,00	50,00
Ванилин	–	0,01	–
Кориандр	–	–	10,00

Вначале творожную сыворотку кислотностью не более 75 °Т очищают от казеиновой пыли путем фильтрации через два слоя марли или лавсановой ткани. Очищенную от казеиновой пыли сыворотку пастеризуют при температуре 76±2 °С с выдержкой 20 с или 65±2 °С с выдержкой не менее 30 мин. Охлаждают пастеризованную сыворотку до температуры 6±2 °С.

Сахарный сироп готовят следующим образом: сахар-песок растворяют в сыворотке в соотношении 1:1 по массе, раствор пастеризуют при температуре 92±2 °С с выдержкой 7–2 мин, затем охлаждают до температуры 27±2 °С и фильтруют. Допускается внесение сахара непосредственно в сыворотку перед пастеризацией.

Кориандр вносят в виде отвара, который готовят на сыворотке. Зерна кориандра измельчают в кофемолке или ступке, заливают сывороткой в небольшом количестве, нагревают до температуры 85 °С и выдерживают в течение 25 мин, охлаждают до температуры 27±2 °С, затем фильтруют.

В пастеризованную охлажденную сыворотку вносят подготовленные по рецептуре компоненты и тщательно перемешивают.

Кислотность сыворотки пастеризованной молочной с наполнителями – не более 85 °Т.

**Фруктово-ягодное желе.** Рецепт на фруктово-ягодное желе приведена в табл. 2.

Таблица 2

**Рецептура на фруктово-ягодное желе  
(в кг на 1000 кг продукта)**

Компонент	Норма расхода, кг	
	№ 1	№ 2
Сыворотка молочная	719,1	831,5
Сахар-песок	122,4	122,4
Агар	5,0	15,0
Вода для растворения агара	10,5	10,5
Соки фруктово-ягодные или сироп	153,0	30,6

Желе готовят из свежей доброкачественной подсырной или творожной сыворотки. Вначале сыворотку очищают от казеиновой пыли путем фильтрации через два слоя марли или лавсановой ткани. Очищенную от казеиновой пыли сыворотку пастеризуют при температуре  $76 \pm 2$  °С с выдержкой 20 с, охлаждают до температуры 55–50 °С, фильтруют.

Предварительно готовят стабилизатор. Агар смешивают с водой (1:10), подвергают набуханию в течение 30–60 мин и нагревают до температуры 90 °С при перемешивании.

В сыворотку после фильтрации при температуре 50–55 °С вносят сахар-песок, раствор агара, соки фруктово-ягодные или сироп (соки фруктово-ягодные или сироп можно заменить предварительно подготовленной ягодной или фруктовой массой, которую вносят в количестве 6–8 %). Затем перемешивают и разливают в чистую тару порциями по 100–250 г. Фасованную продукцию хранят при температуре 4–6 °С. Готовый продукт имеет чистый сладковатый вкус и хорошо выраженный аромат наполнителя. Консистенция продукта студнеобразная, эластичная, однородная по всей массе.

**Газированный напиток «Ароматный»** можно приготовить из творожной профильтрованной сыворотки с различными пищевыми эссенциями. Рецепт на напиток (в кг на 1000 кг продукта с учетом потерь) представлена в табл. 3.

Таблица 3

**Рецептура на напиток «Ароматный»**

Сырье	Масса, кг
Сыворотка	987,80
Свекловичный сахар (в том числе для изготовления колера)	57,75
Пищевая эссенция	0,20
Углекислота	6,00
Итого	1051,75

Творожную или подсырную сыворотку очищают от казеиновой пыли путем фильтрации через два слоя марли или лавсановой ткани. Напиток вырабатывают как из осветленной, так и неосветленной сыворотки. Если сыворотка осветленная, то в этом случае ее нагревают до 95–98 °С и выдерживают при этой температуре

в течение 60–70 мин с целью освобождения от сывороточных белков, затем охлаждают до температуры 65 °С и фильтруют. В фильтрованную сыворотку вносят сахар-песок, колер.

Колер готовят путем сжигания сахара-песка в алюминиевой емкости, подливая при этом тонкой струей горячую воду при постоянном перемешивании. Доводят образовавшуюся массу до кипения и затем охлаждают. Количество воды должно быть в три раза больше массы сахара-песка. Колер имеет интенсивную коричневую окраску. На 4 л сыворотки требуется 50 г сахара-песка и 150 мл воды, нагретой до температуры 80–90 °С.

После внесения сахара-песка и колера в фильтрованную сыворотку смесь при перемешивании выдерживают в течение 15–20 мин при температуре 65 °С. По окончании выдержки перемешивание прекращают, смесь фильтруют, охлаждают до 15–20 °С, вносят эссенцию и перемешивают в течение 5 мин. Приготовленную смесь заливают в сифон и насыщают углекислотой.

Готовый напиток представляет собой однородную жидкость, в которой допускается наличие незначительного белкового осадка при выработке напитка из неосветленной сыворотки. Напиток кисло-сладкий, освежающий, с ароматом, свойственным добавленному наполнителю, и слабым привкусом сыворотки. Кислотность напитка должна быть не более 80 °Т.

Исходя из наличия сырья студентам предлагается выработать по приведенным технологиям 3–4 вида напитков и определить их показатели качества.

### **Оформление отчета**

Отчет о работе должен содержать цель работы, краткое описание применяемых методов, экспериментальные данные, выводы (см. прил. 1).

### **Контрольные вопросы**

1. На какой стадии и в каком виде вносят какао-порошок и сахар при производстве молока с какао нежирного?
2. Как готовят кофейную вытяжку при производстве напитка кофейного из пахты?

3. Какие чистые культуры микроорганизмов входят в состав закваски для пахты диетической?

4. В каком виде вносят сахар-песок, ванилин и кориандр при изготовлении молочной сыворотки с наполнителями?

5. Как готовят агар при производстве фруктово-ягодного желе?

## Лабораторная работа № 3

### БЕЗМЕМБРАННЫЕ СПОСОБЫ ВЫДЕЛЕНИЯ БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

#### Теоретическое обоснование

В основе традиционных промышленных способов получения белковых концентратов лежит разрушение коллоидного состояния казеина, причем коагуляция казеина обычно связана с его денатурацией. Существуют различные способы получения белковых концентратов, однако в их основе лежат следующие механизмы коагуляции белка: кислотная коагуляция, свертывание под действием сычужного фермента, осаждение хлоридом кальция при нагревании, а также их комбинации.

Кислотная коагуляция белков положена в основу производства кисломолочных продуктов, творога и казеина. Коагуляцию проводят путем добавления органических (молочной, уксусной), минеральных (соляной, серной) кислот или биохимическим способом – сквашиванием молока культурами микроорганизмов.

Сущность кислотной коагуляции казеина основана на способности этого белка коагулировать в изоэлектрической точке (при  $pH = 4,6$ ). В этой точке казеин становится электронейтральным и гидрофильность его снижается до минимума. Кроме того, под действием кислоты казеин деминерализуется – от казеинаткальцийфосфатного комплекса отщепляется кальций и фосфор. Поэтому выпавший в осадок чистый казеин иногда еще называют казеиновой кислотой (в отличие от параказеина, получаемого при сычужной коагуляции казеина и являющегося своего рода кальциевой солью казеиновой кислоты).

Под действием кислот получается различная структура осажденного казеина: молочнокислотный казеин имеет рыхлую и зернистую, сернокислотный – зернистую и слегка сальную, солянокислотный – вязкую и резинистую. Добавление избытка кислоты ниже изоэлектрической точки ( $pH = 4,6$ ) приводит к перезарядке казеиновой молекулы и растворению сгустка.

При сквашивании обезжиренного молока микроорганизмами постепенно под действием молочной кислоты нарушается структура казеинаткальцийфосфатного комплекса – от него отщепляется фосфат кальция и органический кальций. Так как кальций и фосфат кальция являются важными структурными элементами комплекса,

их переход в плазму молока дестабилизирует мицеллы казеина и вызывает их диспергирование. Казеин приобретает рыхлую консистенцию.

Проведение кислотной коагуляции при повышенных температурах (90 °С) вызывает денатурацию белков молока, необратимо изменяющую их основные функциональные свойства, что ведет к снижению растворимости.

Сычужная коагуляция – разрушение коллоидно-дисперсного состояния казеина в молоке под действием протеолитических ферментов (например сычужного) – лежит в основе производства сыра и сычужного казеина.

Под действием фермента происходит протеолиз капа-казеина, молекулы которого распадаются на гидрофобный пара-капа-казеин и гидрофильный гликомакропептид.

Гликомакропептиды капа-казеинов имеют высокий отрицательный заряд и обладают сильными гидрофильными свойствами. При их отщеплении снижается приблизительно наполовину потенциал на поверхности мицелл казеина и разрушается частично гидратная оболочка. Таким образом, силы электростатического отталкивания между частицами уменьшаются, дисперсная система теряет устойчивость.

Сущность термокальциевой коагуляции под действием хлористого кальция и нагревания заключается во взаимодействии ионов кальция со свободными ОН-группами фосфорной кислоты казеинат-кальций-фосфатного комплекса, что ведет к снижению отрицательного заряда мицелл казеина, образованию кальций-солевых мостиков и дальнейшей агрегации белков. Воздействие высокой температуры (90–95 °С) вызывает коагуляцию сывороточных белков и осаждение их на поверхности мицелл казеина, что усиливает необратимый процесс совместной коагуляции белков молока.

В настоящее время разрабатывают модификации способов совместной коагуляции белков молока. Добавление хлористого кальция в молоко до или во время нагревания перед введением кислоты способствует ускорению образования комплекса казеина с сывороточными белками, повышает степень использования белков.

Применяемые способы выделения белков основаны на физико-химических особенностях дисперсных растворов молочных белков. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

Повысить степень использования белков молока при их коагуляции можно за счет применения повышенных температур. Однако это требует больших энергетических затрат и ведет к снижению растворимости белковых концентратов.

**Цель работы:** ознакомление с основными способами выделения белковых концентратов.

**Оборудование, приборы, материалы:**

- стаканы химические вместимостью 500 см<sup>3</sup>;
- термометр стеклянный с диапазоном измерения температуры от 0 до 100 °С;
- пипетки емкостью 10 и 10,77 см<sup>3</sup>;
- колбы вместимостью 150–200 см<sup>3</sup>;
- капельница;
- бюретка стеклянная объемом 25–50 см<sup>3</sup>;
- цилиндры вместимостью 250 см<sup>3</sup>;
- водяная баня;
- рН-метр;
- вода дистиллированная;
- кислота серная плотностью 1815–1820 кг/м<sup>3</sup>;
- концентрированная соляная кислота;
- 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина;
- сыворотка;
- обезжиренное молоко;
- закваска чистых культур молочнокислых бактерий для творога;
  - сычужный фермент;
  - хлористый кальций.

**Методы исследования.** Органолептические и физико-химические показатели (массовую долю жира, кислотность) обезжиренного молока определяют по стандартным методам.

**Порядок выполнения работы**

В данной работе студентам необходимо получить белковые концентраты различными способами, определить время, затраченное на выделение белков, и сравнить структуры концентратов. На каждый опыт необходимо по 300 мл обезжиренного молока.

Так как *коагуляция биохимическим способом* – сквашиванием молока культурами микроорганизмов – занимает много времени (от 8 до 12 ч), обезжиренное молоко необходимо заквасить накануне занятий.

С этой целью в стакан вместимостью 500 см<sup>3</sup> вносят 300 см<sup>3</sup> пастеризованного обезжиренного молока, куда добавляют закваску чистых культур молочнокислых бактерий в количестве 1–5 %, приготовленную в соответствии с технологической инструкцией для творога, в зависимости от желаемой продолжительности сквашивания. Температура сквашивания 28–30 °С. Смесь тщательно перемешивают и оставляют в термостате до готовности сгустка кислотностью 80–90 °Т.

Готовый сгусток подогревают до температуры 38–40 °С и вымешивают в течение 5–10 мин для постановки зерна размером от 3 до 5 мм в поперечнике. Затем смесь фильтруют через два слоя марли или лавсановой ткани для отделения сыворотки от казеина.

При осаждении казеина *кислой сывороткой* данную сыворотку готовят накануне. Сыворотку, полученную при производстве молочнокислотного казеина или кислотного обезжиренного творога, содержащую не более 0,05 % жира, фильтруют, подогревают до температуры 38–40 °С, заквашивают закваской чистых культур молочнокислых палочек (3–5 %), приготовленной на обезжиренном молоке, и сквашивают при этой же температуре в течение 8–10 ч до кислотности 180–200 °Т.

Осаждение казеина рекомендуется проводить при температуре от 35 до 37 °С. Такую температуру должны иметь обезжиренное молоко и добавляемая к нему кислая сыворотка. При более высокой температуре осажденное зерно может получиться излишне крупным, при более низкой – мелким.

В стакан вместимостью 500 см<sup>3</sup> вносят 300 см<sup>3</sup> обезжиренного молока, при непрерывном перемешивании добавляют кислую сыворотку до появления хлопьев казеина и отделения прозрачной светло-зеленой сыворотки, после чего продолжают перемешивание еще 5–10 мин. К концу вымешивания хлопья казеина слипаются и образуют зерна величиной 3–4 мм. Затем часть сыворотки удаляют и вновь добавляют кислую сыворотку до тех пор, пока кислотность сыворотки в стакане не достигнет 70 °Т (что соответствует рН = 4,6).

Далее смесь фильтруют через два слоя марли или лавсановой ткани для отделения сыворотки от казеина.

Для осаждения *казеина минеральными (соляной и серной) кислотами* в стакане вместимостью 500 см<sup>3</sup> нагревают 300 см<sup>3</sup> пастеризованного обезжиренного молока до температуры 37±2 °С, при этом используют 10 %-й раствор кислоты, который готовят разведением концентрированной кислоты в 10 раз: на одну часть кислоты добавляют девять частей воды. Расход рабочего раствора кислоты по отношению к перерабатываемому обезжиренному молоку составляет около 4 %.

Раствор кислоты вносят постепенно при непрерывном перемешивании обезжиренного молока, при этом активная кислотность (рН) образовавшейся сыворотки должна быть 4,4–4,2. Осажденный казеин вымешивают в течение 5–10 мин для получения однородного зерна. Затем смесь фильтруют через два слоя марли или лавсановой ткани с целью отделения сыворотки от казеина.

*Сычужный казеин* вырабатывают, используя для осаждения казеина сычужный фермент и хлористый кальций.

В стакане вместимостью 500 см<sup>3</sup> нагревают 300 см<sup>3</sup> обезжиренного молока до температуры 35 °С и добавляют в него хлористый кальций в виде 40 %-го раствора (из расчета 400 г безводной соли на 1000 кг молока), смесь тщательно перемешивают и вносят сычужный фермент в виде 1 %-го раствора. Раствор фермента готовят за 10–15 мин до использования на кипяченой воде, охлажденной до температуры 35 °С.

Для расчета количества сычужного фермента в молоко вносят 1 %-й раствор сычужного порошка, необходимое количество которого для свертывания смеси определяют при помощи прибора для сычужной пробы. Время свертывания устанавливают в пределах 30–40 мин.

При отсутствии прибора количество сычужного фермента, необходимое для свертывания молока в заданное время (при условии, что действие фермента строго пропорционально его количеству), определяют по формуле

$$X = (10 \cdot M \cdot P) : (6 \cdot B),$$

где  $X$  – количество 1 %-го раствора сычужного фермента, мл;  $M$  – количество молока, л;  $B$  – принятое время свертывания молока, мин;

$P$  – продолжительность свертывания 100 мл подогретого до температуры свертывания молока десятью миллилитрами раствора фермента (отсчет ведут от момента добавления раствора до образования нормального сгустка), с.

Ориентировочно: для свертывания 100 кг молока в течение 30–40 мин доза сычужного фермента составляет 2,5–3 г препарата стандартной активности.

После внесения раствора сычужного фермента смесь тщательно перемешивают и оставляют в покое до появления сгустка.

Готовность сгустка к разрезке определяют пробой на излом. Для этого шпателем на поверхности сгустка делают надрез, плоской частью шпателя слегка его приподнимают по направлению разреза. Готовый сгусток дает трещину с острыми краями и глянцевой поверхностью, выделяя прозрачную сыворотку.

Готовый сгусток разрезают на кубики размером 7–8 мм специальными режущими инструментами. Разрезку сгустка и постановку зерна ведут в течение 5–10 мин, вначале медленно вымешивая во избежание излишнего распыления белка. Затем по мере укрупнения хлопьев скорость вымешивания постепенно увеличивают и регулируют таким образом, чтобы поставить зерно размером не более 2–4 мм. Показателем окончания процесса коагуляции казеина является зеленовато-желтый цвет сыворотки и ее прозрачность. Затем смесь фильтруют через два слоя марли или лавсановой ткани для отделения сыворотки от казеина.

При осаждении белков способом *термокальциевой коагуляции* в стакане вместимостью 500 см<sup>3</sup> нагревают 300 см<sup>3</sup> обезжиренного молока до температуры 90–95 °С, добавляют 40 %-й раствор хлористого кальция (из расчета 1–1,5 г сухой соли на 1 кг молока) и после перемешивания выдерживают 10–15 мин в покое для осаждения белка. Затем смесь фильтруют через два слоя марли или лавсановой ткани для отделения сыворотки от казеина.

В полученных белковых сгустках сравнивают структуру.

### **Оформление отчета**

Отчет о работе должен содержать цель работы, краткое описание применяемых методов, экспериментальные данные, выводы (см. прил. 1).

## Контрольные вопросы

1. Перечислите способы получения белковых концентратов.
2. На чем основана сущность кислотной коагуляции казеина?
3. В каком случае образуется параказеин, а когда кальциевая соль казеиновой кислоты?
4. В основе производства каких молочных продуктов лежит сычужная коагуляция?
5. В чем заключается сущность термокальциевой коагуляции?

## Лабораторная работа № 4

### ПРОИЗВОДСТВО КАЗЕИНАТА НАТРИЯ ПИЩЕВОГО ЖИДКОГО

#### **Теоретическое обоснование**

Казеин нерастворим в воде и, следовательно, имеет ограниченные функциональные свойства. Частицы белка в воде только набухают. Для того чтобы казеин (молочный белок) использовать в пищевых целях, его необходимо перевести в растворимую форму. Растворимый продукт (казеинат натрия) получают дополнительной обработкой.

Жидкий пищевой казеинат натрия вырабатывают из кислотного казеина путем его растворения при  $\text{pH} = 7$  и выше в гидроокиси натрия, калия, карбонатах, бикарбонатах, полифосфатах натрия. Продукт предназначен для использования в мясной и молочной промышленности в качестве белковой добавки, а также в качестве эмульгирующего и связывающего вещества.

**Цель работы:** ознакомление с технологией казеината натрия пищевого жидкого из обезжиренного молока.

#### **Оборудование, приборы, материалы:**

- ванна с рубашкой вместимостью 3–5 м<sup>3</sup>;
- мерные цилиндры объемом 100–250 см<sup>3</sup>;
- термометр стеклянный с диапазоном измерения температуры от 0 до 100 °С;
- рН-метр;
- колбы вместимостью 150–200 см<sup>3</sup>;
- капельница;
- бюретка стеклянная объемом 25–50 см<sup>3</sup>;
- 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина;
- концентрированная соляная кислота;
- гидроокись натрия;
- сыворотка;
- закваска чистых культур молочнокислых палочек.

**Методы исследования.** Органолептические и физико-химические показатели (массовую долю жира, кислотность) напитков проводят по стандартным методам.

## Порядок выполнения работы

Для производства казеината натрия необходимо выработать кислотный казеин из молока коровьего обезжиренного с массовой долей жира не более 0,05 % и кислотностью не выше 21 °Т. Кислую сыворотку или кислоту соляную готовят заранее так же, как и в работе № 3.

Кислотный казеин вырабатывают путем осаждения его кислой сывороткой или добавлением соляной кислоты.

Для этого 2 м<sup>3</sup> обезжиренного молока заливают в ванну с водяной рубашкой и с целью увеличения выхода белков пастеризуют при температуре 74±2 °С и выдержкой в течение 15–20 мин. Затем его охлаждают до температуры 37±2 °С, осаждая белки кислой сывороткой или раствором соляной кислоты так же, как и в работе № 3.

Осажденный казеин вымешивают в течение 5–10 мин для получения однородного зерна, после чего приступают к его тепловой обработке, которая производится с целью лучшего обезвоживания зерна и снижения его бактериальной обсемененности.

Тепловая обработка состоит в постепенном повышении температуры сыворотки и зерна до 60 °С и выдержке при этой температуре около 10 мин. Температуру повышают не более чем на 1 °С в минуту. В процессе тепловой обработки зерно непрерывно перемешивают. Готовому зерну дают осесть на дно ванны, сливают как можно полнее сыворотку и приступают к промывке, которую проводят с целью освобождения казеина от небелковых примесей (молочного сахара, свободной кислоты, солей и частично жира).

Рекомендуется проводить трехкратную промывку: первая промывка теплой водой с температурой 35–40 °С; вторая – водой с температурой 20–25 °С; третья – холодной водой с температурой 10 °С.

После промывки казеин обезвоживают путем прессования до содержания в нем 60–62 % влаги, для чего казеин загружают в бязевые или лавсановые мешочки, которые помещают под винтовой пресс. После полного прекращения выделения влаги производят измельчение казеина с целью получения однородного зерна и ускорения процесса растворения.

10 %-й раствор гидроокиси натрия готовят из следующего расчета: 1 кг безводной щелочи смешивают с 9 кг воды.

Казеин растворяют в емкости с рубашкой при непрерывном перемешивании. В ванну для растворения заливают расчетное количество воды с температурой 60–65 °С и 10 %-й раствор гидроокиси натрия (2/3 от расчетного количества), затем вносят казеин-сырец.

Количество воды и гидроокиси натрия рассчитывают по следующим формулам:

$$K_{\text{NaOH}} = K_{\text{К}} \cdot C_{\text{К}} \cdot 26 / 10000;$$
$$K_{\text{В}} = (K_{\text{К}} \cdot C_{\text{К}} \cdot 1,026 / C_{\text{Т}}) - K_{\text{К}} - K_{\text{NaOH}},$$

где  $K_{\text{NaOH}}$  – количество 10 %-го раствора гидроокиси натрия, которое необходимо добавить к казеину-сырцу, кг;  $K_{\text{К}}$  – количество казеина-сырца, кг;  $C_{\text{К}}$  – содержание сухих веществ в казеине-сырце (30–40 %); 26 – постоянная величина (на 100 кг сухих веществ казеина вносится 26 кг 10 %-го раствора гидроокиси натрия для получения раствора казеината натрия с рН = 6,6–7,0);  $K_{\text{В}}$  – количество воды, кг; 1,026 – постоянная величина;  $C_{\text{Т}}$  – требуемое (20 %) содержание сухих веществ в растворе казеината натрия.

Смесь нагревают до температуры 75 °С и выдерживают при этой же температуре в течение 25 мин при непрерывном перемешивании.

В полученном пищевом жидком казеинате натрия содержание сухих веществ должно быть не менее 18 %, а величина рН = 6,6–7,0.

Если величина рН раствора казеината натрия ниже 6,6, то регулирование рН осуществляют постепенным добавлением оставшегося количества 10 %-го раствора гидроокиси натрия. Если выше 7,0, то регулирование рН проводят постепенным добавлением измельченного казеина-сырца.

Для определения рН жидкого пищевого казеината натрия 25 г продукта отвешивают с точностью до 0,01 г в химический стакан вместимостью 100 мл. К навеске приливают 10 мл дистиллированной воды и при постоянном перемешивании выдерживают на водяной бане с температурой 70–80 °С до получения однородного раствора. Полученный раствор охлаждают до температуры 25 °С и определяют рН на рН-метре, используя стеклянный электрод. Расхождения между параллельными определениями не должны превышать 0,05 единицы рН. За результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений.

## **Оформление отчета**

Отчет о работе должен содержать цель работы, краткое описание применяемых методов, экспериментальные данные, выводы (см. прил. 1).

## **Контрольные вопросы**

1. Почему казеин в натуральном виде нельзя использовать в пищевых целях?
2. С какой целью проводят тепловую обработку казеина ?
3. С какой целью используют казеинат натрия в мясной и молочной промышленности?
4. Как рассчитать необходимое количество воды и гидроокиси натрия для растворения казеина?
5. Каким должен быть рН казеината натрия?

## **ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Самостоятельная работа студентов – одна из главных составляющих учебного комплекса в процессе изучения бакалаврами раздела дисциплины «Безотходные технологии отрасли» – основного курса направления 19.03.03 Продукты питания животного происхождения очной и заочной форм обучения, определяющего их подготовку. Она организуется самим студентом. При возникновении сложностей студент обращается за помощью к лектору, читающему данный курс.

Данные методические указания направлены на оказание помощи студентам при их самостоятельной работе в процессе изучения раздела дисциплины «Безотходные технологии отрасли».

При изучении дисциплины «Безотходные технологии отрасли» бакалавры должны получить знания принципов безотходной и ресурсосберегающей технологии переработки молока.

В самостоятельной работе по изучению дисциплины студент должен руководствоваться настоящим учебным пособием. В нем приведены темы изучаемой дисциплины. По каждой теме имеются ссылки на литературные источники, приведены вопросы для самопроверки.

## ТЕМЫ ЗАНЯТИЙ

**Тема 1.** Рациональное использование сырьевых ресурсов. Принципиальная схема образования и комплексное использование вторичных материальных ресурсов в молочной промышленности. Состав и физико-химические свойства обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. Технологические свойства и биологическая ценность обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки.

Работа по теме с литературой – [1; 2], лекционными материалами.

### Вопросы для самопроверки

1. Виды, состав и свойства вторичных молочных сырьевых ресурсов.
2. Обезжиренное молоко и его характеристика.
3. Принципиальная схема получения обезжиренного молока и пути его сохранения.
4. Основные направления переработки обезжиренного молока.
5. Пахта, ее разновидности и характеристика.
6. Принципиальная схема получения пахты и пути сохранения ее качества.
7. Основные направления переработки пахты.
8. Молочная сыворотка, ее разновидности и характеристика.
9. Принципиальная схема получения молочной сыворотки и пути сохранения ее качества.
10. Основные направления переработки молочной сыворотки.
11. Какова биологическая ценность обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки?

**Тема 2.** Первичная обработка, тепловые и центробежные методы обработки. Охлаждение, пастеризация, сепарирование, центрифугирование (осветление), консервирование, сгущение, сушка, криоконцентрация вторичного молочного сырья.

Работа по теме с литературой – [3; 4], лекционными материалами.

### Вопросы для самопроверки

1. Приведите принципиальную схему образования вторичного молочного сырья.
2. С какой целью проводят охлаждение вторичного молочного сырья?
3. Цель пастеризации вторичного молочного сырья.
4. Какое вторичное молочное сырье подвергают сепарированию?
5. Цель осветления молочной сыворотки.
6. Какие сепараторы используют для осветления сыворотки?
7. Какие способы консервирования вторичного молочного сырья Вы знаете?

**Тема 3.** Способы выделения белков из молочной сыворотки. Мембранные методы обработки вторичного молочного сырья: микрофльтрация, ультрафльтрация, обратный осмос, электродиализ, гельфльтрация, сорбция-десорбция, ионный обмен.

Работа по теме с литературой – [2; 5], лекционными материалами.

### Вопросы для самопроверки

1. Каковы безмембранные методы выделения белков из вторичного молочного сырья?
2. С какой целью используют ферментные препараты для обработки вторичного молочного сырья?
3. Какие мембранные методы используют при обработке вторичного молочного сырья?
4. Назовите размер пор мембраны в ультрафльтрационной установке.
5. В каком случае применяют метод электродиализа?
6. Сущность методов сорбция-десорбция и ионный обмен.

**Тема 4.** Технология напитков из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. Свежие напитки из обезжиренного молока и пахты. Ферментированные напитки на основе обезжиренного молока и пахты. Напитки из неосветленной сыворотки. Напитки из осветленной сыворотки.

Работа по теме с литературой – [1; 2; 6], лекционными материалами.

## Вопросы для самопроверки

1. Какие немолочные компоненты применяются при выработке отдельных напитков из обезжиренного молока?
2. Какова биохимическая сущность процесса производства кефира из обезжиренного молока?
3. Назовите особенности технологии напитков из неосветленной сыворотки.
4. Каковы способы осветления сыворотки?
5. Назовите особенности технологии напитков из осветленной сыворотки.

**Тема 5.** Технология белковых продуктов из обезжиренного молока и пахты. Технология творога и творожных изделий из обезжиренного молока и пахты (творог нежирный, творог альбуминный). Технология брынзы из обезжиренного молока и пахты. Технология сыра диетического из пахты.

Работа по теме с литературой – [2; 3; 7], лекционными материалами.

## Вопросы для самопроверки

1. Особенности традиционного способа технологии творога нежирного.
2. Сущность технологии творога альбуминного.
3. Особенности технологии и режимов выработки нежирного творога на линиях Я9-ОПТ.
4. Особенности технологии и режимов выработки брынзы из обезжиренного молока и пахты.
5. Особенности технологии и режимов выработки сыра диетического из пахты.

**Тема 6.** Технология кислотного и сычужного казеина из обезжиренного молока. Получение казеина обычным (сбраживанием) способом. Эжекторный способ получения казеина. Зерненный способ получения казеина. Технология пищевых казеинатов натрия из казеина.

Работа по теме с литературой – [2; 4; 8], лекционными материалами.

## Вопросы для самопроверки

1. Особенности технологии и режимов выработки казеина сырца.
2. Способы коагуляции белков молока при выработке казеина.
3. Особенности технологии эжекторного способа получения казеина.
4. Особенности технологии зерненого способа получения казеина.
5. Особенности технологии и режимов выработки пищевых казеинатов натрия.

**Тема 7.** Технология молочного сахара и ЗЦМ. Особенности технологии различных видов молочного сахара. Технология сыворотки молочной обогатченной. Технология жидких и сухих заменителей цельного молока (ЗЦМ) для телят. Технология био-ЗЦМ.

Работа по теме с литературой – [2; 4; 6], лекционными материалами.

## Вопросы для самопроверки

1. Приведите технологическую схему получения молочного сахара-сырца.
2. Особенности технологии сыворотки молочной обогатченной.
3. Дайте характеристику заменителей цельного молока для телят.
4. Приведите технологическую схему получения жидких заменителей цельного молока.
5. Особенности технологии и режимов получения сухих заменителей цельного молока для телят.
6. Приведите технологическую схему получения заменителей цельного молока на основе микробиологической переработки молочной сыворотки.
7. Как готовят среду для выращивания дрожжей?

## **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

Изучение дисциплины базируется на знании материала таких дисциплин, как физическая и коллоидная химия, биохимия; реология; техническая микробиология; процессы и аппараты пищевых производств; химия пищи; химия и физика молока; основы технологии молочной отрасли; основы животноводства, а также дисциплин гуманитарного и социально-экономического блока.

При изучении дисциплины «Безотходные технологии отрасли» студентам заочной формы обучения следует руководствоваться учебной программой и вопросами для самопроверки. Более основательному изучению курса будут способствовать установочные и заключительные лекции по основным разделам курса.

Каждым студентом-заочником должен быть выполнен курс лабораторных работ и практических занятий согласно программе. Студент представляет контрольную работу, номер варианта которой выбирается по последней цифре номера зачетной книжки студента. Варианты контрольной работы по дисциплине «Безотходные технологии отрасли» приведены ниже.

## **ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Вариант 1**

1. Схема образования и комплексное использование вторичных молочных ресурсов.
2. Мембранные методы обработки вторичного молочного сырья: ультрафильтрация, обратный осмос, электродиализ.

### **Вариант 2**

1. Виды, состав и свойства вторичных молочных сырьевых ресурсов.
2. Первичная обработка, тепловые и центробежные методы обработки: охлаждение, пастеризация, сепарирование, центрифугирование (осветление), консервирование, сгущение, сушка вторичного молочного сырья.

### **Вариант 3**

1. Получение обезжиренного молока, его характеристика.
2. Технология напитков из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. Технологическая схема производства.

### **Вариант 4**

1. Получение пахты, ее характеристика.
2. Технология белковых продуктов из обезжиренного молока и пахты. Технологическая схема производства.

### **Вариант 5**

1. Получение молочной сыворотки, ее характеристика.
2. Технология кислотного и сычужного казеина из обезжиренного молока. Технологическая схема производства.

### **Вариант 6**

1. Обезжиренное молоко, химический состав, физические свойства и биологическая ценность.
2. Технология пищевых казеинатов натрия. Технологическая схема производства.

### Вариант 7

1. Пахта, химический состав, физические свойства и биологическая ценность.
2. Технология сыворотки молочной обогащенной. Технологическая схема производства.

### Вариант 8

1. Молочная сыворотка, химический состав, физические свойства и биологическая ценность.
2. Технология молочного сахара-сырца. Технологическая схема производства.

### Вариант 9

1. Основные направления переработки молочной сыворотки.
2. Технология жидких заменителей цельного молока (ЗЦМ) для телят. Технологическая схема производства.

### Вариант 10

1. Первичная обработка вторичного молочного сырья: охлаждение, пастеризация, сепарирование, осветление.
2. Технология сухих заменителей цельного молока (ЗЦМ) для телят. Технологическая схема производства.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

Форма отчета по лабораторной работе

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Лаборатория прикладной биотехнологии

Учебная группа \_\_\_\_\_

Ф.И.О. студента \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ г.

**О Т Ч Е Т**

по учебно-лабораторной работе

\_\_\_\_\_  
(наименование работы)  
\_\_\_\_\_

Перечень используемого оборудования, приборов и сырья  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Задание

Полученные результаты работы

Работу выполнил  
«\_\_» \_\_\_\_\_ г.

Работу принял  
«\_\_» \_\_\_\_\_ г.

(подпись)

(подпись)

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Арсеньева Т.П.** Биотехнология продуктов из вторичного молочного сырья. – СПб.: НИУ ИТМО, 2014. – 45 с.
2. Технология продуктов из вторичного молочного сырья / А.Г. Храмцов, С.В. Васи́лисин, С.А. Рябцева, Т.С. Воротникова. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 422 с.
3. **Храмцов А.Г.** Научное обеспечение молочной промышленности: Сб. научных трудов. – М.: ГНУ ВНИМИ, 2010. – 344 с.
4. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храмцов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; под ред. А.М. Шалыгиной. – М.: КолосС, 2005. – 455 с.
5. **Храмцов А.Г.** Справочник технолога молочного производства. Т. 5. Вторичное молочное сырье. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 564 с.
6. Статьи в журналах «Молочная промышленность», «Пищевая промышленность» за 2011–2016 гг.
7. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС - 033–2013).
8. **Храмцов А.Г., Васи́лисин С.В.** Промышленная переработка вторичного молочного сырья. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 98 с.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>, <http://www.Protex.ru>, <http://www.moloko.ru>.

Библиотека. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru>;

Российская электронная библиотека: <http://www.elbib.ru>;

Публичная Интернет-библиотека: <http://www.public.ru>;

Студенческая библиотека – онлайн: <http://www.referats.net>.

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ.....	6
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ .....	15
ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ.....	17
Лабораторная работа № 1. ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ .....	19
Лабораторная работа № 2. ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАПИТКОВ ИЗ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА, ПАХТЫ И СЫВОРОТКИ .....	24
Лабораторная работа № 3. БЕЗМЕМБРАННЫЕ СПОСОБЫ ВЫДЕЛЕНИЯ БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ .....	32
Лабораторная работа № 4. ПРОИЗВОДСТВО КАЗЕИНАТА НАТРИЯ ПИЩЕВОГО ЖИДКОГО.....	39
ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ .....	43
ТЕМЫ ЗАНЯТИЙ .....	44
ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ .....	48
ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ .....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	51
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	54

Арсеньева Тамара Павловна

# **БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАСЛИ**

## **Учебно-методическое пособие**

*Ответственный редактор*

Т.Г. Смирнова

*Редактор*

Р.А. Сафарова

*Компьютерная верстка*

Н.В. Гуральник

*Дизайн обложки*

Н.А. Потехина

---

Подписано в печать 12.12.2016. Формат 60×84 1/16

Усл. печ. л. 3,26. Печ. л. 3,5. Уч.-изд. л. 3,38

Тираж 50 экз. Заказ № С 52

---

Университет ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

Издательско-информационный комплекс  
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

