

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Ю.И. Держапольская, Е.И. Решетник, С.Л. Грибанова

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ИЗ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

Лабораторный практикум
по дисциплине
«ТЕХНОЛОГИЯ МОЛОКА И МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ»

*для обучающихся по направлению подготовки бакалавриата
19.03.03 - Продукты питания животного происхождения,
профиль «Технология молока и молочных продуктов»*

Благовещенск
Издательство
Дальневосточного государственного аграрного университета
2018

УДК 637.146(076)

ББК 36.95я7

Д36

*Рецензент – Уварова Людмила Михайловна,
заместитель генерального директора по производству
АО «Молочный комбинат «Благовещенский»*

Д36 Держапольская, Юлия Игоревна

Технология продуктов из вторичного молочного сырья:
лабораторный практикум / Ю. И. Держапольская, Е. И.
Решетник, С. Л. Грибанова. – Благовещенск : Изд-во
Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2018. – 43[1] с.

Содержит методические указания к лабораторным работам по теме «Технология продуктов из вторичного молочного сырья» по дисциплине «Технология молока и молочных продуктов».

Работы посвящены основным направлениям переработки обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. Предназначены для подготовки бакалавров по направлению 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, всех форм обучения.

УДК 637.146(076)

ББК 36.95я7

Рекомендовано к изданию методическим советом технологического факультета ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ (Протокол № 1 от 14 сентября 2017 года).

© Держапольская Ю.И.,
Решетник Е.И., Грибанова С.Л., 2018
© ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, 2018
© Оформление. Изд-во Дальневосточного
гос. аграрного ун-та, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Правила техники безопасности при работе в лаборатории	4
ВВЕДЕНИЕ	5
Лабораторная работа № 1 Изучение показателей качества вторичного молочного сырья.....	10
Лабораторная работа № 2 Изучение технологии напитков из обезжиренного молока, пахты и сыворотки.....	21
Лабораторная работа № 3 Безмембранные способы выделения белковых концентратов	26
Лабораторная работа № 4 Производство казеината натрия пищевого жидкого	32
Лабораторная работа № 5 Изучение технологии сыра диетического из пахты.....	36
Лабораторная работа № 6 Производство мягкого мороженого с использованием вторичного молочного сырья ...	38
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	42

Правила техники безопасности при работе в лаборатории

Каждая лабораторная работа рассчитана на 3 или 4 академических часа и выполняется группами (звеньями) студентов по 3-5 человек.

Перед выполнением лабораторной работы преподаватель проводит опрос студентов по теме лабораторной работы, студенту необходимо повторить теоретический материал по изучаемой теме, разобраться в сущности применяемых методов и получить допуск к работе и конкретное задание.

В лаборатории необходимо соблюдать чистоту и порядок.

По окончании работы необходимо привести в порядок рабочее место (выключить электроприборы, вымыть посуду, поставить на рабочее место реактивы, приборы и т.п.) и сдать его лаборанту кафедры. Лаборант кафедры подписывает отчет (по форме установленной кафедрой), после чего студент представляет отчет преподавателю и получает зачет на основе собеседования и анализа отчета.

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 электронагревательными приборами, концентрированными кислотами и щелочами, легковоспламеняющимися жидкостями, а также с приборами и оборудованием, имеющими вращающиеся части.

При работе с крепкими кислотами и щелочами на рабочем месте не следует держать никаких посторонних предметов. Сумки и портфели укладываются в специальные шкафчики. Категорически запрещается пить воду из химической посуды. Нельзя пробовать на вкус реактивы.

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, растворов и других едких жидкостей в канализацию без специальной обработки (например, нейтрализации);*
- *принимать пищу на рабочем месте.*

ВВЕДЕНИЕ

Мировое производство всех видов молока оценивается в 626 млн т с приростом 1,5 % в год. Производство молока продолжает расти быстрыми темпами в Азии и Латинской Америке, а также снова увеличивается в Северной Америке и более низкими темпами в странах Европы.

Наибольший удельный вес приходится на коровье молоко объемы которого составляют около 530 млн т. Среднегодовой прирост мирового производства коровьего молока за последнее десятилетие составил около 1,3 %. Основные регионы увеличения производства коровьего молока – Южная и Восточная Азия, Латинская Америка. В основном это объясняется мерами со стороны китайского правительства: стимулирование производства молока и предоставление финансовой помощи в форме инвестиций в оборудование молочных ферм, программы по разведению животных и импорту коров и телок. Рост производства коровьего молока в Индии хотя и не такой заметный, но довольно постоянный. Наблюдается рост в секторе буйволиного молока, производство которого составляет около 80 млн т с ежегодным приростом в 2,5 %. Повышается интерес и увеличивается товарность козьего и кобыльего молока, в том числе и в РФ. Сравнительная оценка производства и потребления коровьего молока в РФ и странах с развитой молочной промышленностью представлена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика производства и потребления молока в РФ и странах с развитой молочной промышленностью

Страна	Валовое производство молока, млн т	Средний удой, кг/год	Базисная массовая доля, %		Производство на душу населения кг/год	Потребление на душу населения кг/год
			Жир	Белок		
Великобритания	17,0	4900	4,0	3,2	289	340
Франция	33,0	3200	4,1	3,2	599	492
США	65,0	5800	3,5	3,1	272	256
РФ	31,0	3015	3,5	2,8	227	235

Ретроспективный анализ продовольственных ресурсов и сырья животного происхождения в мировом масштабе и государственном свидетельствует о существенном дефиците. Прогнозный тренд свидетельствует о снижении в перспективе производства продуктов питания на душу населения, в том числе и молока, и молочных продуктов. В связи с этим актуальной научной и производственной проблемой является глубокая переработка молочного сырья и комплексное использование вторичных молочных ресурсов на основе современных достижений науки и техники, в том числе биотехнологии. При переработке молока образуются вторичные сырьевые ресурсы – обезжиренное молоко, пахта и молочная сыворотка, которые по принятой в отрасли терминологии относятся к побочной продукции или их называют белково-углеводным сырьем. В соответствии с «ТР ТС 033/2013 Технический регламент Таможенного союза. О безопасности молока и молочной продукции» вторичным молочным сырьем является - побочный продукт переработки молока, молочный продукт, молочный составной продукт, молокосодержащий продукт с частично утраченными идентификационными признаками или потребительскими свойствами (в том числе продукты, отозванные в пределах их сроков годности, соответствующие предъявляемым к продовольственному сырью требованиям безопасности), предназначенные для использования после переработки. Содержание основных компонентов в обезжиренном молоке, пахте и молочной сыворотке в сравнении с цельным молоком (в %) приведено в таблице 2.

Таблица 2

**Массовая доля сухих веществ в цельном молоке
и вторичном молочном сырье**

Компоненты	Цельное молоко	Обезжиренное молоко	Пахта	Молочная сыворотка
Сухое вещество, %, в том числе:	12,3	8,8	9,1	6,3
молочный жир	3,6	0,05	0,5	0,2
белки	3,2	3,2	3,2	0,8
лактоза	4,8	4,8	4,7	4,8
минеральные вещества	0,7	0,75	0,7	0,5

Из таблицы следует, что вторичное сырье является полноценным источником биологически ценных компонентов молока. Основными и наиболее ценными компонентами вторичного молочного сырья являются липиды, белки и углеводы. Кроме основных компонентов, во вторичное молочное сырье переходят минеральные соли, небелковые азотистые соединения, витамины, ферменты, гормоны, иммунные тела, органические кислоты, т. е. почти все соединения, обнаруженные в настоящее время в молоке. Традиционными направлениями переработки молочного сырья в мире являются использование на пищевые цели; использование в сельском хозяйстве; в производстве химических веществ.

На современном этапе молоко рассматривается как богатый источник микронутриентов, играющих важное значение в регуляции метаболизма и защитных процессах в живом организме. Особая роль принадлежит полифункциональным катионным белкам, входящим в антибактериальный комплекс молока. Исследованиями последних лет доказано, что такие катионные белки молока, как лактоферрин, лактопероксидаза, ангиогенин, не только обладают антимикробным действием, но и выполняют другие, значимые в поддержании гомеостаза организма функции. Этим белкам принадлежит ведущая роль в передаче с молоком пассивного иммунитета от матери потомству.

В связи с этим можно утверждать, что сформировалось четвертое направление переработки вторичного молочного сырья – получение биологически активных веществ, что позволяет получать инновационные продукты, в том числе продукты, обладающие направленным действием, принципиально новые продукты питания, БАД-биокорректоры, лекарственные и косметические препараты. В рамках этого направления на рубеже 20 и 21 веков в мире сформировалось новое научное направление биотехнологии – разработка теоретических и прикладных основ производства биологически активных веществ для создания биопрепаратов и парафармацевтической продукции. В МГУПБ совместно с Институтом биохимии им. А. Н. Баха РАН была создана отечественная научная школа по биотехнологии биологически активных веществ из молока, которая с 1995 г. по настоящее время сохраняет мировой приоритет. Научным коллективом разработаны

эмпирические и аналитические методы определения биологически активных веществ молока; эффективные способы хроматографической очистки с сохранением биологической и ферментативной активности; способы получения концентратов биологически активных белков молока, в том числе обогащенных куриным лизоцимом; проведены медико-биологические, а для некоторых препаратов и клинические испытания, которые подтвердили участие как чистых препаратов, так и концентратов биологически активных белков молока в неспецифической резистентности организма и его ранозаживляющем и общеукрепляющем действии. Полученные результаты подтверждены патентами. Концентрат биологически активных белков на основе ангиогенина под коммерческим названием «МИЛКАНГ» прошел соответствующие согласования и готов к промышленному внедрению. Практическая реализация получения и использования биологически активных веществ молока предусматривает комплекс научных и прикладных проблем:

- разработка эффективных и доступных способов определения биологически активных веществ молока;
- исследование различных видов молочного сырья с целью определения промышленных ресурсов биологически активных веществ молока;
- установление влияния зоотехнических и биотехнологических факторов на количество и «качество» биологически активных веществ молока;
- разработка научных предпосылок промышленной технологии выделения биологически активных веществ из молочного сырья;
- научное обоснование и оптимизация технологических параметров получения обогащенных фракций и химически чистых препаратов биологически активных веществ молока;
- медико-биологические и клинические исследования биологически активных веществ молока;
- научное обоснование рекомендаций по применению биологически активных веществ молока.

На основании уже проведенных нами исследований возможны следующие направления практического использования

концентрата биологически активных белков молока:

- для производства БАД к пище парафармацевтического действия;
- для обогащения продуктов детского, лечебного и лечебно-профилактического питания;
- для получения биохимически чистых коммерческих препаратов ангиогенина, лактоферрина, лактопероксидазы, пептидов;
- для создания новых лекарственных форм;
- для создания новых косметических средств.

Все вышеперечисленные направления использования концентратов биологически активных белков молока представляют инновационные проекты, позволяющие создать конкурентоспособные на отечественном и международном рынке препараты и продукты.

Реализация научных основ получения биологически активных веществ молока позволит решить ряд важных социально-экономических проблем: наиболее полное и рациональное использование сырьевых ресурсов молочной промышленности и повышение эффективности производства; снижение экологического воздействия предприятий молочной промышленности на окружающую среду.

Лабораторная работа № 1

Изучение показателей качества вторичного молочного сырья

Химический состав, энергетическая или пищевая ценность и физические свойства вторичного молочного сырья в значительной степени зависят от способов его получения. Во вторичное молочное сырье в той или иной степени переходят почти все соединения, обнаруженные в настоящее время в молоке. Примерное содержание основных компонентов в обезжиренном молоке, пахте и молочной сыворотке в сравнении с цельным молоком (в процентах) приведено в таблице 1.1. Степень перехода основных компонентов молока во вторичное молочное сырье приведена в таблице 1.2.

Таблица 1.1

**Содержание основных компонентов в обезжиренном молоке, пахте
и молочной сыворотке в сравнении с цельным молоком**

Компоненты, %	Цельное молоко	Обезжиренное молоко	Пахта	Молочная сыворотка
Массовая доля сухого вещества	12,5	8,9	9,1	6,3
В том числе: молочного жира	3,7	0,05	0,5	0,2
белков	3,3	3,3	3,3	0,8
лактозы	4,8	4,8	4,7	4,8
минеральных веществ соли	0,7	0,75	0,7	0,5

Таблица 1.2

Степень перехода основных компонентов молока во вторсырье

Компоненты молока	Степень перехода, %, в		
	Обезжиренное молоко	Пахту	Молочную сыворотку
Молочный жир	1,4	14	5,5
Белок, всего, в т.ч.	99,6	99,4	24,3
казеин	99,5	99,5	22,5
сывороточные белки	99,8	99,6	95
Лактоза	99,5	99,4	96
Минеральные соли	99,8	99,6	98
Сухое вещество	70,4	72,8	52

Обезжиренное молоко. При сепарировании цельного молока получают обезжиренное молоко, жирность которого в соответствии ГОСТ 31658-2012 Молоко обезжиренное - сырье. Технические условия должно соответствовать требованиям представленным в таблице 1.3.

Таблица 1.3
Качественные показатели молока обезжиренного

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля жира, %, не более	0,5
Массовая доля белка, %, не менее	2,8
Кислотность, °Т	От 16,0 до 21,0 включ.
Плотность, кг/м, не менее	1030,0

Основным отличием обезжиренного молока от цельного является содержание жира, что существенно отражается на сенсорной оценке (цвет, вкус, консистенция) и энергетической ценности (50 %). Кроме этого следует учитывать соотношение жировой части к сухим веществам. В цельном молоке на одну часть жира приходится 2,2 - 2,4 части СОМО, а в обезжиренном молоке 90 - 170 части.

Состав обезжиренного молока, как и цельного, подвержен значительным колебаниям, в том числе по сезонам года. Так, например, содержание отдельных компонентов может составлять (%): сухих веществ 8,2 - 9,5; жира 0,01 - 0,08; белков 3,0 - 3,5; лактозы 4,5 - 4,8. В обезжиренном молоке практически отсутствуют белки оболочек жировых шариков, жирорастворимые витамины. Дисперсность жировых шариков в обезжиренном молоке не превышает 2 мкм.

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 к хлопьев; кислотность не более 20 °Т, вязкость 0,171-0,175 Па·с; плотность 1029-1031 кг/м³.

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. В зависимости от способа производства различают следующие виды пахты: пахта, получаемая при производстве сливочного масла методом сбивания сливок в маслоизготовителях периодического действия; пахта, получаемая при производстве сливочного масла методом сбивания сливок в маслоизготовителях непрерывного действия; пахта, получаемая при производстве сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок (ВЖС). Средний состав пахты, полученной при различных способах производства масла показан в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Состав пахты

Наименование компонентов	Содержание компонентов в пахте, %		
	метод сбивания		метод преобразования ВЖС
	периодического	непрерывного	
Молочный жир	0,5	0,7	0,5
Белок	3,2	3,2	2,9
Лактоза	4,7	4,7	4,8
Минеральные соли	0,7	0,7	0,6
Сухие вещества	9,1	9,1	8,8

Кроме того, в зависимости от вида сливочного масла различают пахту от сладкосливочного и кислосливочного масла.

Выход пахты зависит от организации производственного процесса (сбора) и обусловлен жирностью исходных сливок и содержанием плазмы в масле. Теоретически выход пахты можно рассчитать по балансу сухих веществ и массы. Практически при расчетах принимают, что при производстве 1 т сливочного масла получают до 1,5 т пахты.

Специфической особенностью пахты, в сравнении с обезжиренным молоком, является более высокое содержание молочного жира (примерно в 10 раз) и повышенная биологическая ценность, что связано с качественной характеристикой липидного комплекса. Молочный жир пахты тонко диспергирован, основная масса жировых шариков не превышает размеры 1 мкм.

В распределении липидного комплекса характерным явля-

ется преобладание во всех продуктах, насыщенных и ненасыщенных триглицеридов (78,4-92,9%). При изготовлении масла способом сбивания в него переходит меньшая часть фосфолипидов (0,76-0,87%), а в пахту - большая (1,66-1,70%). В то же время способ преобразования высокожирных сливок позволяет обогатить масло фосфолипидами (1,56%), а в пахте количество их снижается (0,97%).

В пахту переходит значительное количество фосфолипидов и 17-21% холестерина.

Пахта, особенно от способа сбивания, обогащается летучими жирными кислотами: муравьиной, уксусной, пропионовой и масляной, а также жирными кислотами с конъюгированными связями: диеновыми, триеновыми и тетраеновыми. Ценность пахты обусловлена также переходом оболочечного вещества жировых шариков.

В целом более полноценной является пахта, полученная при выработке сливочного масла методом сбивания периодическим способом и особенно кисломолочного масла.

Качество пахты определяется способом производства и видом сливочного масла. Пахта должна отвечать следующим требованиям. Внешний вид и консистенция - однородная жидкость без видимых крупинок жира. Цвет - белый со слегка желтоватым оттенком, однородный по всей массе. Вкус и запах - чистый молочный без посторонних привкусов и запахов для пахты сладкосливочного масла и кисломолочный для пахты кисломолочного масла. Физико-химические показатели пахты приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5

Физико-химические показатели пахты

Показатели	Содержание компонентов в пахте		
	метода сбивания		метода преобразования ВЖС
	периодического	непрерывного	
Плотность, кг/м ³	1030 - 1035	1030 - 1035	1029 - 1033
Кислотность, °Т	18 - 50	20 - -50	18
Массовая доля жира, %	0,4 - 0,5	0,7	0,5
Массовая доля СОМО, %	8,3 - 9,5	8,3 - 9,5	8 - 9

Пахту с массовой долей жира выше указанной в таблице 1.4, необходимо использовать для нормализации при производстве молочных продуктов или сепарировать.

Молочная сыворотка является побочным продуктом при производстве сыров, творога, казеина и копреципитатов. Состав молочной сыворотки колеблется в значительных пределах и зависит для подсырной сыворотки от вида вырабатываемого сыра и его жирности; для творожной - от способа производства творога и его жирности; казеиновой - от вида вырабатываемого казеина. При выработке жирных сыров расходуют в основном казеин и молочный жир, а остальные компоненты в значительном количестве переходят в молочную сыворотку. Казеин должен быть использован максимально, жир - в соответствии с видом вырабатываемого сыра, молочный сахар и минеральные соли - в необходимых для созревания сыра количествах. При производстве сыров оптимальное содержание молочного сахара составляет 10 % (в среднем 5-7 %) от его содержания в молоке и зависит от вида сыра. Содержание минеральных солей обычно составляет 3-5 % от их содержания в молоке. Кальциевые и фосфорные соли переходят в сыр при получении сычужного сгустка.

При производстве сметаны и творога основные компоненты молока используются аналогично сказанному выше. Применяя различные технологические приемы (например, высокотемпературную обработку молока, мембранные методы обработки и др.), можно увеличить переход в творог сывороточных белков или других ценных компонентов молока.

Состав и свойства молочной сыворотки связаны с технологией белковых и белково-жировых продуктов. В зависимости от вида основного продукта получают подсырную, творожную или казеиновую сыворотки. Состав и свойства различных видов молочной сыворотки приведен в таблице 1.6.

Основным компонентом в составе молочной сыворотки является лактоза, которая составляет в сухом веществе 70-75%. При этом в творожной сыворотке лактозы несколько меньше за счет сбраживания в молочную кислоту, что отражается на кислотности сыворотки. Степень перехода отдельных компонентов молока в молочную сыворотку связана с процессами гелеобразования и синерезиса. В молочную сыворотку переходит 6,3 -

12,4 % жира, а абсолютное содержание его в зависимости от жирности исходного сырья и технологии колеблется в широких пределах - от 0,05 до 0,5 %.

Таблица 1.6
Состав и свойства молочной сыворотки

Показатели	Молочная сыворотка		
	подсырная	творожная	казеиновая
Сухое вещество, %, в том числе:	4,5 - 7,2	4,2 - 7,4	4,5 - 7,5
молочный жир	0,05 - 0,5	0,05 - 0,4	0,02 - 0,1
белок	0,5 - 1,1	0,5 - 1,4	0,5 - 1,5
лактоза	3,9 - 4,9	3,2 - 5,1	3,5 - 5,2
минеральные соли	0,3 - 0,8	0,5 - 0,8	0,3 - 0,9
Кислотность, °Т	15 - 25	50 - 85	50 - 120
pH	6,3	4,4	4,3
Плотность, кг/м ³	1018 - 1027	1019 - 1026	1020 - 1025

Молочный жир в сыворотке диспергирован больше, чем в цельном молоке. Так, например, количество жировых шариков размером менее 2 мкм в сыворотке составляет 72,6, а в молоке 51,9 %.

В 100 г сыворотки содержится 0,134 мг азота, в том числе 65 % белкового и 35 % небелковых азотистых соединений. В пересчете на белок с использованием принятого коэффициента (6,38) эта величина составляет 0,5 - 1,5 % и зависит от способа нормализации и тепловой обработки смеси, коагуляции белков и синерезиса сгустка.

Около 10% белков сыворотки представлены остатками казеина. Глобулины сыворотки представлены β-лактоглобулином, иммуноглобулинами (эвглобулины и псевдоглобулины). Белковые вещества сыворотки включают также α-лактоальбумин, сывороточный альбумин, протеозопептоны и ферменты.

Аминокислотный состав отдельных фракций сывороточных белков имеет одинаковый качественный состав, но различается по количественному их соотношению. В числе аминокислот, входящих в белки сыворотки, имеются все незаменимые аминокислоты, которые находятся в количествах, удовлетворяющих или превышающих их в «идеальном белке» (за исключением ароматических, серосодержащих и валина).

Из небелковых азотистых веществ в сыворотке присутствуют свободные аминокислоты, мочевины, мочевая кислота, креатин, креатинин, пуриновые основания. Свободных аминокислот в сыворотке обычно немного, и количество их зависит от вида сыворотки. В творожной сыворотке свободных аминокислот значительно больше, чем в подсырной сыворотке. Это связано с более глубоким гидролизом белков молока под действием ферментов молочнокислых бактерий, а также молочной кислоты.

Аминокислотный состав творожной и подсырной сыворотки различается тем, что в творожной сыворотке содержится в 3,5 раза больше свободных аминокислот и в 7 раз больше незаменимых свободных аминокислот (в основном за счет валина, фенилаланина, лейцина, изолейцина).

В состав углеводного комплекса молочной сыворотки входят моносахара, олигосахара и аминсахара. В творожной сыворотке содержится 0,7 - 1,6 % глюкозы, что обусловлено гидролизом лактозы при производстве творога. Из аминсахаров в сыворотке обнаружены нейраминная кислота, сиаловая кислота, кетопентоза. Олигосахариды представлены лактозой, лактулозой и серологически активными сахарами близкими к составу крови.

Количественное содержание анионов (5,831 г/л) и катионов (3,323 г/л) в сыворотке соответствует цельному молоку. В процессе производства некоторых видов сыров - российского, пошехонского и других часть сыворотки (около 30 %) получается соленой.

Содержание молочной кислоты в сыворотке достигает 1,24 % (творожная сыворотка), причем до 80 % ее находится в связанном состоянии.

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. Плотность сыворотки не менее 1023 кг/м³, кислотность сыворотки не более: подсырной несоленой 20 °Т, творожной 75 °Т, казеиновой 70 °Т.

Отдельно нормированы показатели для соленой подсырной сыворотки:

Плотность, кг/м ³	не менее 1023
Кислотность, °Т	не более 25
Сухих веществ, %	5,0-12,0
Лактоза, %, не менее	4,0
Молочный жир, %, не более	0,1
Хлористый натрий, %, не более	6,0

Цель работы заключается в ознакомлении 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 10 мл, 20 мл и 10,77мл;
 - колбы вместимостью 150-200 мл;
 - капельница;
 - бюретка стеклянная на 25 - 50 мл;
 - цилиндры вместимостью 250 мл;
 - водяная баня;
 - жиромер для молока и обезжиренного молока;
 - пробки резиновые для жиромеров;
 - приборы для отмеривания серной кислоты и изоамилового спирта вместимостью 10 и 1 мл;
 - центрифуга;
 - штатив для жиромеров;
 - ареометр для молока (лактоденсиметр);
 - вода дистиллированная;
 - кислота серная плотностью 1,815-1,820 кг/см³;
 - 1% - й спиртовой раствор фенолфталеина,
- а также сырье: молоко обезжиренное, пахта и сыворотка.

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

Порядок выполнения работы

После получения обезжиренного молока, пахты и сыворотки, прежде всего, необходимо установить его органолептические показатели. Цвет определяют, помещая в химический стакан среднюю пробу для анализа и поставив его на лист белой бумаги. Затем определяют 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 вносят 2 раза по 10 мл серной кислоты плотностью $1,815 - 1,820 \text{ кг/см}^3$, затем осторожно по стенке 2 раза добавляют обезжиренное молоко пипеткой на 10,77 мл и 2 мл изоамилового спирта. Закрыв жиромер пробкой, встряхивают содержимое до полного растворения белковых веществ и центрифугируют 3 раза с подогревом в водяной бане ($65 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) между каждым центрифугированием и перед отсчетом.

При определении массовой доли жира в пахте используют жиромеры для цельного молока и содержание жира определяют так же, как и в анализе жира в цельном молоке. Пробу пахты предварительно фильтруют через ватный или четырехслойный марлевый фильтр. Рекомендуется 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 профильтровывают.

Определение титруемой кислотности молока. 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 обезжиренного молока, пахте и сыворотке, титруемую кислотность определяют так же, как и в цельном молоке.

Для этого в коническую колбу вместимостью 100-250 мл отмеряют 10 мл молока, прибавляют 20 мл дистиллированной воды и три капли фенолфталеина. Смесь тщательно перемешивают и медленно титруют 0,1 н раствора едкого натра (кали), при непрерывном помешивании содержимого колбы легким ее вращением до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. Кислотность молока в градусах Тернера равна количеству миллилитров 0,1 н раствора щелочи, затраченного на нейтрализацию 10 мл молока и умноженного на 10.

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

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

Плотность определяют при температуре (20 ± 5) $^{\circ}\text{C}$. Пробу в количестве 250 см 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 молоко и оставляют в нем свободноплавающим 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.

Контрольные вопросы

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

Лабораторная работа № 2 **Изучение технологии напитков из обезжиренного** **молока, пахты и сыворотки**

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.

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

Оборудование, приборы, материалы:

- стаканы химические вместимость 500 мл;
- термометр стеклянный с диапазоном измерения температуры от 0 до 100°C;
- пипетки 10мл, 20 мл и 10,77 мл;
- колбы вместимостью 150-200 мл;
- капельница;
- бюретка стеклянная на 25 - 50 мл;
- цилиндры вместимостью 250 мл;
- водяная баня;
- жироскопы для молока и обезжиренного молока;
- пробки резиновые для жироскопов;
- приборы для отмеривания серной кислоты и изоамилового спирта вместимостью 10 мл и 1 мл;
- вода дистиллированная;
- кислота серная плотностью 1,81-1,82 г/см³;
- 1% - ый спиртовой раствор фенолфталеина;
- центрифуга;
- штатив для жироскопов;

а также сырье: молоко обезжиренное, пахта и сыворотка.

Методы исследования. Органолептические и физико-химические показатели (массовую долю жира, кислотность) напитков определяют по стандартным методикам.

Особенности технологии производства отдельных видов молочных продуктов из вторичного сырья

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 85-87 °С без выдержки и охлаждают до 4±2 °С. Готовый продукт должен иметь чистые вкус и запах без каких-либо посторонних, несвойственных 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.

Пахту свежую вырабатывают 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 5 °С.

Кислотность продукта должна быть не более 21°Т, массовая доля жира не более 0,5 %, массовая доля сухих веществ не менее 8,0 %.

Продукт представляет собой однородную жидкость без крупинок жира, вкус и запах чистые, молочные с выраженным привкусом пастеризации, цвет белый со слегка желтоватым оттенком.

Напиток из пахты 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 50-60 °С, вносят сахар-песок в количестве 50,2 кг на 939,6 кг пахты. Кислотность готовых напитков должна быть не более 120°Т.

Напитки из сыворотки вырабатывают как из неосветленной сыворотки, так и из осветленной после выделения сывороточных белков методом тепловой денатурации при 90-98 °С с

выдержкой 1-2 часа либо мембранными методами.

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

Напиток "Био-Ритм"

Отличительной особенностью технологии этой группы напитков является использование как осветлённой, так и неосветлённой молочной сыворотки.

Напиток "Био-Ритм" вырабатывается согласно рецептурам, приведённым в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Рецептуры на напиток "Био-Ритм"
(в кг на 1000 кг продукта без учёта потерь)

Наименование напитка	Наименование и норма расхода сырья для напитка, кг						
	сыворотка творожная	сахар-песок	соко-содержащая основа	ароматизатор	вода питьевая	кислота лимонная	итого
1	2	3	4	5	6	7	8
Грейпфрутовый	650,0	75,0	25,0	1,0	247,5	1,5	1000
Яблочный	650,0	75,0	20,0	1,0	252,5	1,5	1000
Апельсин-маракуйя-манго	650,0	75,0	45,8	1,5	226,2	1,5	1000
Ананасовый	650,0	75,0	30,0	1,5	242,0	1,5	1000
Яблоко-мандарин-лимон	650,0	75,0	25,0	1,0	247,5		1000
Апельсиновый	650,0	75,0	30,0	1,0	242,5	1,5	1000
Грушевый	650,0	75,0	20,0	2,5	251,0	1,5	1000
Персик-яблоко	650,0	75,0	22,0	1,0	250,5	1,5	1000
Виноград-яблоко	650,0	75,0	25,9	1,0	246,6	1,5	1000
Мультифруктовый	650,0	75,0	30,0	-	243,5	1,5	1000

Необходимое по рецептуре количество сыворотки (подсырной или творожной) предварительно фильтруют через лавсановую ткань или многослойную марлю для удаления частиц казеиновой пыли или сепарируют при температуре 30-45 °С (если сыворотка содержит жир).

Молочную сыворотку нагревают до температуры (92 ± 2) °С и выдерживают в течение 1 часа. Затем сыворотку охлаждают до температуры 50 °С и выдерживают 6-8 часов для осветления, после чего фильтруют через лавсановую ткань или марлю.

Пастеризованную сыворотку охлаждают до температуры (18 ± 2) °С и вносят сахарный сироп, лимонную кислоту и сокодержущую основу согласно рецептуре.

Сахар-песок вносят в виде сахарного сиропа с массовой долей сахарозы 66 %, который готовят из расчёта (кг):

Сахар-песок	487
Вода питьевая	663
Итого:	1150
Выход:	1000

Для приготовления сахарного сиропа сахар-песок предварительно просеивают через сито с сетками 0,9-1,4 мм для удаления возможных посторонних включений, добавляют воду и нагревают смесь до температуры 90-95 °С с выдержкой 5-9 минут.

Лимонную кислоту вносят в виде 50%-го раствора, приготовленного на кипячёной воде.

Далее смесь тщательно перемешивают и направляют на пастеризацию.

Смесь, приготовленную с использованием осветлённой сыворотки, пастеризуют при температуре (85 ± 2) °С с выдержкой 10-15 секунд. Смесь на основе неосветлённой сыворотки пастеризуют при температуре 70 °С с выдержкой 10-15 минут. При производстве напитков с длительным сроком хранения используют только осветлённую сыворотку. Температура пастеризации смеси в этом случае (95 ± 2) °С с выдержкой 30-40 секунд.

Затем смесь охлаждают до температуры (25 ± 2) °С, вносят ароматизатор, тщательно перемешивают в течение 10-15 минут и доохлаждают до температуры (4 ± 2) °С.

При производстве напитков "Био-Ритм" допускается применение технологии горячего розлива. Для этого смесь пастеризуют при температуре (96 ± 2) °С и, не охлаждая, подают на розлив в специальную термоустойчивую тару. Температура продукта в таре должна быть не ниже 87 °С. Далее напиток принудительно охлаждают водяным орошением до температуры не ниже 25 °С, затем этикетировывают и маркируют.

Срок годности пастеризованных напитков составляет не более 30 суток при температуре (4 ± 2) °С с момента окончания технологического процесса.

Срок годности пастеризованных напитков, расфасованных с использованием асептического или горячего розлива, с момента окончания технологического процесса составляет не более 150 суток при температуре хранения от 4 до 25 °С.

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.

Контрольные вопросы

1. Какова питательная ценность и диетические свойства вторичного молочного сырья?
2. В чем сущность биологической ценности молочной сыворотки?
3. Как проводят осветление молочной сыворотки?
4. В каком виде вносят сахар-песок, ванилин и кориандр при изготовлении молочной сыворотки с наполнителями?
5. Как готовят колер для газированного напитка «Ароматный»?

Лабораторная работа № 3 Безмембранные способы выделения белковых концентратов

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 этого, 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: молочно-кислотный казеин имеет рыхлую и зернистую, сернокислотный - зернистую и слегка сальную, солянокислотный - вязкую и резиновую. 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 казеинаткальций-фосфатного 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°C) 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 паракапаказеин и гидрофильный гликомакропептид.

Гликомакропептиды - капаказеинов 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 коагуляции под действием хлористого кальция и нагревания заключается во взаимодействии ионов кальция со свободными ОН-группами фосфорной кислоты казеинаткальцийфосфатного комплекса, что ведет к снижению отрицательного заряда мицелл казеина, образованию кальций-солевых мостиков и дальнейшей агрегации белков.

Воздействие высокой температуры (90-95°C) вызывает коагуляцию сывороточных белков и осаждение их на поверхности мицелл казеина, что усиливает необратимый процесс совместной коагуляции белков молока.

В настоящее время разрабатываются 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 вместимость 500 мл;
- термометр стеклянный с диапазоном измерения температуры от 0 до 100°C;
- пипетки 10 мл, 20 мл и 10,77мл;
- колбы вместимостью 150-200 мл;
- капельница;
- бюретка стеклянная на 25 - 50 мл;
- цилиндры вместимостью 250 см ;
- водяная баня;
- рН-метр;
- вода дистиллированная;
- кислота серная плотностью 1,815-1,820 г/см³;
- концентрированная соляная кислота;
- 1% - ый 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 - по стандартным методам.

Порядок выполнения работы

В данной работе студентам предлагается получить белковые концентрата 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 (8-12 ч), обезжиренное молоко необходимо заквасить накануне занятий.

В стакан вместимостью 500 мл вносят 300 мл пастеризованного обезжиренного молока, куда добавляют закваску чистых культур молочнокислых бактерий, приготовленную в соответствии с технологической инструкцией по приготовлению заквасок для творога, в количестве 1-5 % в зависимости от желаемой продолжительности сквашивания.

Температура сквашивания 28-30°C. Смесь тщательно перемешивают и оставляют в термостате до готовности сгустка кислотностью 80-90 °Т. Затем готовый сгусток с сывороткой подогревают до 38-40 °С и вымешивают 5-10 мин для постановки зерна размером 3-5 мм в поперечнике. Затем смесь фильтруют через 2 слоя марли или лавсановой ткани для отделения сыворотки от казеина.

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

Осаждение казеина рекомендуется проводить при температуре 35-37°C. 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 мл вносят 300 мл обезжиренного молока добавляют кислую сыворотку при непрерывном пе-

ремешивании до появления хлопьев казеина и отделения прозрачной светло-зеленой сыворотки. После этого 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 ванне не достигнет 70 °Т (что соответствует рН = 4,6). Затем смесь фильтруют через 2 слоя марли или лавсановой ткани для отделения сыворотки от казеина.

При осаждении казеина минеральными (соляной и серной) кислотами. В стакане вместимостью 500 см нагревают 300 см пастеризованного обезжиренного молока до температуры $37 \pm 2^\circ\text{C}$.

Для осаждения казеина 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 5-10 мин для получения однородного зерна. Затем смесь фильтруют через 2 слоя марли или лавсановой ткани для отделения сыворотки от казеина.

Сычужный казеин вырабатывают с использованием для осаждения казеина сычужный фермент и хлористый кальций.

В стакане вместимостью 500 мл нагревают 300 мл пастеризованного обезжиренного молока до температуры 35 °С и добавляют в него хлористый кальций из расчета 400г безводной соли на 1000 кг молока. Хлористый кальций вносят в виде 40 %-го раствора и смесь тщательно перемешивают. Затем вносят в смесь сычужный фермент в виде 1 %-го раствора. Раствор фермента готовят на кипяченой воде, охлажденной до 35 °С, за 10-15 мин до использования. Сычужный фермент вносят в таком количестве, чтобы молоко свернулось за 20 мин. Смесь тщательно перемешивают в течение 3-5 мин и оставляют в покое до начала коагуляции белка.

С появлением хлопьев казеина молоко вначале медленно вымешивают 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 2 слоя марли или лавсановой ткани для отделения сыворотки от казеина.

При осаждении белков способом термокальциевой коагуляции. В стакане вместимостью 500 мл нагревают 300 мл обезжиренного молока до температуры 90-95 °С, добавляют в него 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 2 слоя марли или лавсановой ткани для отделения сыворотки от казеина.

В полученных концентратах кислотной коагуляцией, под действием сычужного фермента, термокальциевой коагуляцией, сравнивают структуру.

Оформление отчета

Отчет о работе должен содержать:

- цель работы;
- краткое описание применяемых методов;
- экспериментальные данные;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют 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

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 растворения его 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 производства казеината натрия пищевого жидкого из обезжиренного молока.

Оборудование, приборы, материалы:

- ванна с рубашкой вместимостью 5-10 м³;
- мерные цилиндры вместимостью 100- 250 мл;
- термометр стеклянный с диапазоном измерения температуры от 0 до 100°С;
- рН-метр;
- колбы вместимостью 150-200 мл;
- капельница;
- бюретка стеклянная на 25 - 50 мл;
- 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 - 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 к работе № 3.

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

Для этого обезжиренное молоко (4 л) заливают в ванну с водяной рубашкой и с целью увеличения выхода белков пастеризуют при температуре $74 \pm 2^\circ\text{C}$ выдержкой 15-20 мин. Затем его охлаждают до температуры $37 \pm 2^\circ\text{C}$ и осаждают белки кислой сывороткой или раствором соляной кислоты так же, как и в работе № 3. Осажденный казеин вымешивают 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°C и выдержке при этой температуре около 10 мин. Температуру повышают не более чем на 1°C 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 $35-40^\circ\text{C}$; вторая - водой с температурой $20-25^\circ\text{C}$; третья - холодной водой с температурой 10°C .

После промывки казеин обезвоживают до содержания влаги 60,62 % путем прессования. Для этого 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 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:

$$K_{\text{NaOH}} = K_{\text{K}} C_{\text{K}} \times 26 / 10000;$$

$$K_{\text{В}} = (K_{\text{K}} \times C_{\text{K}} \times 1,026 / C_{\text{T}}) - K_{\text{K}} - K_{\text{NaOH}};$$

где K_{NaOH} - количество 10 %-го раствора гидроокиси натрия, которое необходимо добавить к казеину-сырцу, кг;

K_{K} - количество казеина-сырца, кг;

C_{K} - 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_{T} - требуемое содержание сухих веществ в растворе казеината натрия (20 %);

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

В полученном казеинате натрия пищевом жидком 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 осуществляют 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 ди-

стиллированной воды и при постоянном перемешивании выдерживают на водяной бане с температурой 70-80 °С до получения однородного раствора. Полученный раствор охлаждают до 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.

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 гидроксида натрия для растворения казеина?
5. Какой должен быть рН казеината натрия?

Лабораторная работа № 5

Изучение технологии сыра диетического из пахты

Сыр диетический из пахты относится к группе мягких сычужно-кислотных самопрессующихся сыров, реализуемых без созревания, и предназначен для непосредственного употребления в пищу. Вырабатывают сыр из пастеризованной пахты с использованием бактериальной закваски, приготовленной на чистых культурах молочнокислых стрептококков с последующей специальной обработкой.

Цель работы – ознакомление с технологическим процессом производства мягких диетических сыров из пахты.

Оборудование, приборы и материалы.

Для выполнения работы используют аппаратуру и реактивы для определения физико-химических показателей сырья и готового продукта, водяную баню, колбы на 100, 150 мл, цилиндры объемом 1000 мл, сыродельную ванну на 10 л, нож для разрезки сгустка, деревянную лопатку, прямо угольную форму для сыра, а также сырье: пахту, закваску на обезжиренном молоке, приготовленную с использованием чистых культур молочнокислых бактерий, для мелких сыров, сычужный фермент порошок, хлористый кальций в виде 40 %-го раствора.

Методы исследования. Органолептические и физико-химические показатели исходного сырья и готовых продуктов - стандартными методами.

Порядок выполнения работы

Свежую пахту в количестве 3 л, полученную от производства сладкосливочного масла, нормализуют цельным или обезжиренным молоком до массовой доли жира в смеси 0,6-0,7 %, пастеризуют при температуре 74-78 °С с выдержкой 15-20 с, охлаждают до температуры заквашивания 26-30 °С.

В смесь вносят закваску чистых культур молочнокислых стрептококков в количестве 2-5 % к массе смеси, хлористый кальций из расчета 10-40 г безводной соли на 100 кг смеси в виде 40 %-го раствора, сычужный фермент из расчета свертывания

смеси за 35-45 мин, предварительно растворенного в пастеризованной и охлажденной пахте. Смесь перемешивают и оставляют в покое для образования сгустка.

Готовый сгусток должен хорошо раскалываться при пробе на излом, иметь гладкие стенки и выделять прозрачную желтовато-зелёную сыворотку. Сгусток режут на куски размером 2-3 см и оставляют в покое на 10-12 мин. Затем сырную массу подогревают до 55 °С и, медленно перемешивая, подогревают до 67-70 °С, получая сырное зерно размером 1,0-1,5 см. После этого производится формование зерна наливом в формы при постоянном перемешивании.

Самопрессование сыра проводится в формах в течение 3-4 ч. Сыр имеет форму прямоугольного бруска массой 0,7—1,0 кг. Сыр охлаждают в холодильной камере до 8 °С и проводят дегаустацию. Хранят в холодильной камере при температуре 0-8 °С не более 5 сут.

Оформление отчета

Отчет о работе должен содержать цель работы, сущность проводимых исследований, краткое описание применяемых методов, экспериментальные данные, выводы; бланк отчета - см. приложение.

Контрольные вопросы

1. К какой группе сыров относится сыр диетический из пахты?
2. С какой целью вносят хлористый кальций?
3. Какова активность сычужного фермента?
4. Цель второго нагревания?
5. Какие способы формования Вы знаете?

Лабораторная работа № 6

Производство мягкого мороженого с использованием вторичного молочного сырья

Мороженое – это взбитый сладкий замороженный молочный или составной продукт с добавлением или без добавления немолочных компонентов, которые вводятся не с целью замены составных частей молока. Оно пользуется высоким спросом практически во всех странах мира, что объясняется не только его высокими вкусовыми качествами, но и пищевой и биологической ценностью.

Мороженое является любимым лакомством как детей, так и взрослых. В настоящее время имеется большое количество рецептов с использованием вторичного молочного сырья.

Цель работы – ознакомление с порядком составления смеси, режимами ее обработки, процессом фризирования, определением качества мягкого мороженого с использованием вторичного молочного сырья.

Для выполнения работы применяют аппаратуру и реактивы для определения физико-химических показателей сырья и готового продукта.

Оборудование, приборы, материалы: резервуар вместимостью 2-3 л, водяная баня, мерные цилиндры вместимостью 250-500 мл, термометр стеклянный с диапазоном измерения температуры от минус 10 до 100 °С, весы, а также молоко обезжиренное натуральное, молоко сухое обезжиренное, плодово-ягодное сырье, сахар-песок, стабилизатор «Кремодан» или др., лимонная кислота, сыворотка под сырная натуральная, кукурузный сироп, модифицированный крахмал, ванилин, пищевая краска «Тартразин».

Методы исследования. Органолептические и физико-химические показатели (массовую долю жира, кислотность) напитков определяют стандартными методами. Взбитость мороженого описана ниже.

Порядок выполнения работы

Технологический процесс производства мягкого мороженого состоит из двух основных операций: 1 - приготовления смеси, 2 - замораживания и взбивания смеси.

Смесь для выработки мороженого готовят в соответствии с рецептурой. Рассмотрим две из них: на мороженое «Бодрость»

и «Свежесть», выработку которых можно осуществить в лабораторных условиях с использованием фризера периодического действия без принудительной подачи воздуха.

Рецептура на мороженое «Бодрость» (в граммах на 1000 г) представлена в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Рецептура на мороженое «Бодрость»

Сырье	Масса, г
Молоко обезжиренное (сухих веществ 9 %)	474,5
Молоко сухое обезжиренное (СОМО 96 %)	50,0
Фруктово-ягодное сырье (сухих веществ 10 %)	220,0
Сахар-песок	250,0
Стабилизатор «Кремодан»	5,0
Лимонная кислота	0,5
Итого	1000,0

В качестве фруктово-ягодного сырья рекомендуются пюре и соки малины, клубники, айвы и других плодов, и ягод, обладающих выраженным вкусом и ароматом. Пюре и соки плодов и ягод со слабо выраженным ароматом (сливы, винограда и др.) не применяются.

В фруктово-ягодную массу в виде пюре и соков при температуре 75-80 °С вносят половину сахарного песка (предусмотренного рецептурой), перемешивают до полного растворения. Затем смесь пастеризуют при 85 °С с выдержкой 5 мин, охлаждают до 6 °С и вводят в нее пастеризованный охлажденный раствор лимонной кислоты.

Отдельно готовят нежирную молочную смесь. В подогретое до 40 °С обезжиренное молоко вносят предварительно смешанные сухое молоко, стабилизатор со второй половиной сахарного песка (предусмотренного рецептурой). После растворения сухих компонентов смесь пастеризуют при температуре 85 °С с выдержкой 60 с, фильтруют через два слоя марли и охлаждают до 6-8 °С.

Смешивание фруктово-ягодной смеси со смесью на молочной основе во избежание свертывания белков молока и ухудшения структуры мороженого производят непосредственно перед фризированием. Предварительно смеси должны быть обязательно охлаждены.

Фризирование - процесс, при котором смесь мороженого частично замораживается и насыщается воздухом. На первой стадии фризирования происходит дальнейшее охлаждение

смеси, затем - ее частичное замораживание с образованием мелких кристаллов льда. На количество вымороженной влаги влияет, главным образом, содержание сахара в смеси: чем оно выше, тем ниже должна быть температура замораживания. Чем ниже температура замораживания и чем лучше циркуляция смеси во фризере, тем быстрее образуются кристаллы льда и тем они мельче.

В результате фризирования вымораживается 30-60 % воды, одновременно происходит насыщение смеси воздухом (взбивание). Качество мороженого зависит от взбитости, которая определяется по следующей формуле, %:

$$B = M - M_1 / M_1 \cdot 100,$$

где M - масса 100 мл смеси, г; M₁ - масса того же объема мороженого, г.

Приступая к фризированию, нужно предварительно ознакомиться с устройством и принципом работы фризера, а также промыть его детали, вступающие в соприкосновение со смесью мороженого. Для этого кипяченую воду с температурой не более 60 °С и прибавленным бактерицидным растворителем заливают через сборник в морозильный цилиндр. По истечении 5-8 мин залитый раствор нужно спустить через разгрузочное устройство. После этого таким же способом через фризер пропускают чистую холодную воду.

После подготовки фризера к работе в него заливают охлажденную смесь, предварительно отобрав пробу в специальный 100 мл стаканчик и взвешивают. В процессе фризирования отбирают пробы через каждые 3-4 мин и определяют взбитость. Нормальная взбитость мягкого мороженого должна составлять 40-60 %. По окончании работы проводится органолептическая оценка качества мороженого.

Мороженое «Свежесть» вырабатывают из осветленной молочной сыворотки и кукурузного сиропа по следующей рецептуре таблице 6.2.

Таблица 6.2

Рецептура на мороженое «Свежесть»

Сырье	Масса, г
Сыворотка молочная осветленная (сухих веществ 6 %)	553,9
Кукурузный сироп (сахара 39 %, сухих веществ 78 %)	36,6
Модифицированный крахмал	10,0
Ванилин	0,1
Итого	1000,0

Молочную сыворотку, получаемую при производстве творога, фильтруют через марлю, нагревают до 45 °С. В нее вносят сухое обезжиренное молоко, перемешанное с крахмалом, перемешивают до полного растворения. Затем смесь при постоянном перемешивании нагревают до 60-65 °С, вносят в нее кукурузный сироп и пастеризуют. Можно внести и пищевой краситель.

В качестве красителя рекомендуется пищевая краска «Тартра-зин», которая придает мороженому соломенно-желтый цвет. Ванилин вносят в процессе охлаждения смеси мороженого. Крахмал вводят в смесь в качестве стабилизатора для улучшения структуры и консистенции мороженого. Он связывают свободную влагу, препятствуют образованию крупных кристаллов льда при замораживании и способствуют образованию стойкой пены при взбивании смеси.

Процессы пастеризации, охлаждения и фризирования смеси аналогичны уже рассмотренным процессам при выработке мороженого «Бодрость».

После окончания работы и освобождения фризера от мороженого аппарат несколько раз промывают теплой водой, пока из раздаточного устройства не станет вытекать совершенно чистая вода. Затем ополаскивают холодной водой.

Оформление отчета

Отчет о работе должен содержать цель работы, сущность проводимых исследований, краткое описание применяемых методов, экспериментальные данные, выводы.

Контрольные вопросы

1. При какой температуре производят пастеризацию смеси мороженого?
2. Какова роль стабилизаторов при производстве мороженого?
3. В чем сущность процесса фризирования?
4. Как определяют взбитость мороженого?
5. Сколько должна составлять взбитость мягкого мороженого?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсеньева Т. П. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 4. Мороженое. — СПб.: ГИОРД, 2002. — 184 с.
2. Вторичные сырьевые ресурсы пищевой и перерабатывающей промышленности АПК России и охрана окружающей среды: Справочник / под общей ред. академика РАСХН Е. И. Сизенко. — М.: ППИ, 1999. — 468 с.
3. Гаврилов Г. Б. Технология мембранных процессов переработки молочной сыворотки и создание продуктов с функциональными свойствами. — М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2006. — 134 с.
4. Гордезиани В. С. Производство заменителей цельного молока. — М.: Агропромиздат, 1990. 272 с.
5. Гудков А. В. Сыроделие: технологические, биологические, физико-химические аспекты / под ред. Гудкова С. А. — М.: ДеЛи принт, 2003. — 800 с.
6. Евдокимов, И. А. Синбиотические молочные продукты [Текст]/И. А. Евдокимов // Молочная промышленность. — 2004. — № 4.— С. 41-42.
7. Жидков В. Е. Научно-технические основы биотехнологии альтернативных вариантов напитков из молочной сыворотки. — Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. — 135 с.
8. Залашко М. В. Биотехнология переработки молочной сыворотки. — М.: Агропромиздат, 1990. — 122 с.
9. Крусъ Г. Н., Храмцов А. Г., Волокитина З. С., Карпычев С. В. Технология молока и молочных продуктов: учебник. — М.: КолосС. 2004. — 485 с.
10. Научно-технические основы биотехнологии молочных продуктов нового поколения: Учебное пособие / Храмцов А. Г.,

Синельников Б. М., Евдокимов И. А. и др. — Ставрополь: Сев-КавГТУ, 2002. — 118 с.

11. Полное и рациональное использование молочной сыворотки на принципах безотходной технологии: учебное пособие / А.Г. Храмцов, А.И. Жаринов. - Ставрополь: ИРО, 1997. - 120 с.

12. Получение, свойства и применение молочно-белковых и растительных концентратов: Сборник научных трудов. — М.: Агропромиздат, 1991. — 187 с.

13. Технология продуктов из вторичного молочного сырья: учебное пособие. /А. Г. Храмцов [и др.]. — СПб.: ГИОРД, 2009. — 424 с.: ил.

14. Тихомирова, Н.А. Технология продуктов функционального питания / Н.А. Тихомирова. — М.: ООО «Франтэра», 2002. — 213 с.

15. Храмцов, А. Г. Функциональные напитки из молочной сыворотки /А.Г. Храмцов, И.А. Евдокимов, О. А. Суюнчев и др.// Молочная промышленность. — 2006. — № 6. — С. 89.

16. "ТР ТС 033/2013. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности молока и молочной продукции.

Учебное издание

*Держапольская Юлия Игоревна,
кандидат технических наук, доцент;
Решетник Екатерина Ивановна,
доктор технических наук, профессор;
Грибанова Светлана Леонидовна*

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ИЗ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

Лабораторный практикум
по дисциплине
«Технология молока и молочных продуктов»

*для обучающихся по направлению подготовки бакалавриата
19.03.03 - Продукты питания животного происхождения,
профиль «Технология молока и молочных продуктов»*

Компьютерная верстка Н.Н. Федотовой

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.
Подписано к печати 15.02.2018 г. Формат 60×90/16.
Уч.-изд.л. – 2,0. Усл.-п.л. – 2,8.
Тираж 50 экз. Заказ 16.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства
Дальневосточного государственного аграрного университета
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86