

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Биотехнология продуктов из вторичного молочного сырья»
для студентов направления подготовки
19.03.01 Биотехнология
Направленность (профиль) Промышленная биотехнология

СОДЕРЖАНИЕ

Наименование лабораторных занятий	стр.
Тема 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ	
Лабораторное занятие 1. Определение физико-химических показателей вторичного молочного сырья	3
Лабораторное занятие 2. Определение массовой доли белка и его основных фракций во вторичном молочном сырье	9
Тема 3. БИОХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ИЗ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ	
Лабораторное занятие 3. Моделирование технологических процессов производства напитков из неосветленной молочной сыворотки	13
Лабораторное занятие 4. Моделирование технологических процессов производства напитков из осветленной молочной сыворотки	16
Лабораторное занятие 5. Моделирование технологических процессов производства напитков из обезжиренного молока и пахты	19
Лабораторное занятие 6. Моделирование технологических процессов производства творожных изделий из обезжиренного молока	21
Лабораторное занятие 7. Моделирование технологических процессов производства десертов на основе вторичного молочного сырья	23
Тема 5. БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ	
Лабораторное занятие 8. Изучение влияния лактулозы на сычужную свертываемость молока	25
Лабораторное занятие 9. Исследование процесса ферментативного гидролиза белков молочной сыворотки	27

Тема 1. Химический состав вторичного молочного сырья

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

Цель работы: овладеть методами исследования физических свойств молока; оценить качество исследуемого сырья и решить вопрос использования вторичного молочного сырья изученного качества в производстве молочных продуктов.

Теоретические обоснование

Плотность. Одним из важнейших показателей сырья и продуктов является плотность. На плотность влияют все компоненты молочной сыворотки. Существует прямолинейная зависимость между плотностью сыворотки и массовой долей СВ. Плотность сыворотки зависит также от температуры – понижается с повышением температуры. Плотность молочной сыворотки $1018 - 1027 \text{ кг/м}^3$.

Вязкость. Из компонентов молока на вязкость влияет главным образом содержание казеина и жира, дисперсность мицелл казеина и шариков жира, степень их гидратации и агрегирования. Сывороточные белки и лактоза, а тем более минеральные вещества незначительно влияют на вязкость. Поэтому вязкость сыворотки относительно постоянна – $(1,55 - 1,66) 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

Активная кислотность сыворотки – pH 4,4 – 6,3. В сыворотке сохраняются основные буферные системы молока – фосфатная, цитратная, бикарбонатная и др. эти системы состоят из слабой кислоты и ее соли, образованной сильным основанием, или из смеси двух кислых солей слабой кислоты.

Буферная емкость сыворотки по кислоте 1,72 мл и по щелочи 2,32 мл. Буферная емкость – кол-во эквивалентов кислоты или щелочи, которое требуется для того, чтобы изменить величину pH в 1 л р-ра на 1 единицу pH.

Оптические характеристики:

Показатель преломления. От химического состава сыворотки зависит показатель ее преломления. Он складывается из показателей преломления воды (1,3329) и составных частей сыворотки – лактозы, сывороточных белков, солей, небелковых азотистых соединений и др. компонентов. отдельные компоненты обезжиренной сыворотки по-разному участвуют в формировании показателя преломления:

Сывороточные белки – 0,0021 – 0,0035

Лактоза – 0,0063 – 0,0067

Прочие компоненты – 0,0013 – 0,0022.

По величине показателя преломления сыворотки можно контролировать массовую долю СВ. Показатель преломления сыворотки 1,342 – 1,343. При добавлении 1% воды он снижается примерно на 0,2 ед.

Оптическая плотность молочной сыворотки составляет (1%-й раствор) 0,259 ед., мутность сыворотки 0,15 – 0,25 усл.ед.

Поверхностное натяжение. Поверхностное натяжение молочной сыворотки примерно равно поверхностному натяжению цельного и обезжиренного молока и составляет при 23 – 45 °C $(40 - 45) \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$, что на 30% ниже поверхностного натяжения воды и обусловлено наличием ПАВ. Именно сывороточные белки в основном формируют поверхностное натяжение молочного сырья. С этим приходится считаться при переработке молочной сыворотки – пенообразование, особенно в процессе сгущения в в/в аппаратах.

Температура кипения молочной сыворотки составляет 101,5 °C.

Температура замерзания. Истинно-растворимые составные части молочной сыворотки обуславливают температуру ее замерзания. Поскольку по закону Вигнера истинно растворимые компоненты молока содержатся в примерно постоянных концентрациях, температура замерзания сыворотки является относительно постоянной величиной (криоскопическая постоянная) и колеблется в узких пределах. Криоскопическая постоянная молочной сыворотки может быть использована для определения ее натуральности, степени разбавления водой и уровня посолки. Она изменяется при изменении массовой доли СВ и кислотности (таблица 1.1):

Таблица 1.1

Вид сыворотки	Точка заморозания, °С при м.д. СВ, %			
	6	13	20	30
Подсырная	-0,598	-1,469	-2,610	-5,205
Творожная	-0,723	-1,807	-3,090	-6,180

Осмотическое давление. Осмотическое давление молочной сыворотки, как и более низкая температура заморозания по сравнению с водой, обусловлено наличием в ней высокодисперсных компонентов – лактозы, минеральных солей, преимущественно хлоридов. В соответствии с температурой заморозания (согласно законам Рауля и Вант-Гоффа) осмотическое давление в подсырной сыворотке составляет 0,73 МПа, в творожной сыворотке 0,89 МПа, т.е. находятся на уровне цельного молока (0,66 МПа). Некоторое повышение осмотического давления в творожной сыворотке снижает эффективность микробиологических процессов в ней.

Для расчета затрат тепла или холода на нагревание или охлаждение сыворотки необходимо знать ее теплофизические свойства.

Теплофизические параметры натуральной молочной сыворотки при 20°C составляют:

Удельная теплоемкость c_t 4,082 Дж/кг*К

Теплопроводность λ 0,13 Вт/М*К

Коэффициент температуропроводности a $12,8 \cdot 10^{-8}$ м²/с

Эти показатели связаны между собой и плотностью (ρ) следующим образом:

$$a = \lambda / c_t \cdot \rho \quad [1.1]$$

Электропроводность сыворотки обуславливают главным образом ионы Cl^- , Na^+ , K^+ , Ca^{+2} и др. Наибольшее влияние на электропроводность оказывают ионы хлора и натрия. Электрически заряженные сывороточные белки в силу больших размеров передвигаются медленно и несколько тормозят подвижность ионов, т.е. практически уменьшают электропроводность. Электропроводность творожной сыворотки при температуре 20°C составляет в среднем 7.4 мсим (миллисименс). Определение электропроводности служит для контроля технологического процесса на предприятиях, а также в качестве фактора управления процессом при автоматизации производства. Так, при электродиализе сыворотки степень деминерализации определяют по сравнению электропроводности деминерализованной и исходной сывороток.

Аппаратура, оборудование и материалы:

Аппаратура и оборудование – прибор «Криостар», ареометр для молока, термометры спиртовые или ртутные со шкалой 0 – 100 °С.

Реактивы и материалы – молочная сыворотка (творожная, подсырная), обезжиренное молоко, пахта; дистиллированная вода; 0,1 н NaOH; 1%-й спиртовой раствор фенолфталеина; 2,5%-й раствор сернистого кобальта, 0,1 %-й раствор метилового красного, 0,1 н HCl, бумажный фильтр.

Посуда – колбы конические вместимостью 100 и 250 см³, пипетки на 5, 10 и 20 см³, колбы мерные вместимостью 1000 см³, пробирки стеклянные вместимостью 25 см³, бюретки стеклянные на 25 см³ с ценой деления 0,1 см³, химические стаканы вместимостью 200 см³, цилиндр мерный вместимостью 250 см³.

Порядок выполнения работы

1. Определение титруемой кислотности.

Сущность метода. Метод основан на нейтрализации свободных кислот и кислотных остатков, содержащихся в исследуемом сырье, раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина. Титруемую кислотность выражают в градусах Тернера (°Т).

Один градус Тернера (°Т) соответствует объему (см³) водного раствора гидроксида кальция концентрацией 0,1 моль/дм³, необходимой для нейтрализации 100 г (100 см³) исследуемого объекта.

Ход анализа. В коническую колбу емк. 150 – 200 см³ отмеривают 10 см³ обезжиренного молока или пахты, добавляют 20 см³ дистиллированной воды и три капли 1%-го спиртового раствора фенолфталеина, смесь тщательно перемешивают и титруют 0,1 моль/дм³ NaOH до появления светло-розового окрашивания, соответствующего контрольному эталону окраски, не исчезающего в течение 1 мин. При определении титруемой кислотности молочной сыворотки

отмеривают 10 см³ сыворотки и титруют 0,1 моль/дм³ NaOH в присутствии индикатора фенолфталеина, без добавления воды.

Число см³ щелочи, пошедшей на титрование, умножают на десять и получают кислотность в градусах Тернера. Расхождение между параллельными определениями должно быть не выше 1 °Т.

Для приготовления контрольного эталона окраски смешивают 10 см³ обезжиренного молока или пахты, 20 мл дистиллированной воды, 1 см³ сульфата кобальта. Эталон пригоден для работы в течение одного занятия. Для более длительного хранения эталона к нему может быть добавлена 1 капля формальдегида.

2. Определение предельной кислотности

Сущность метода. Анализ основан на нейтрализации кислот, содержащихся в продукте, избыточным количеством гидроксида натрия в присутствии индикатора фенолфталеина. При этом избыток щелочи и интенсивность окраски в полученной смеси обратно пропорциональны кислотности молока.

Ход работы. Для определения предельной кислотности готовят рабочие растворы: в мерную колбу вместимостью 100 см³ отмеривают необходимый объем 0,1 М раствора гидроксида натрия, добавляют 1,0 см³ фенолфталеина и дистиллированную воду до метки.

Объем 0,1 М NaOH, см ³	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0
Кислотность, °Т	16	17	18	19	20	21	22

В несколько пробирок вносят по 10 см³ приготовленного раствора гидроксида натрия и 5 см³ обезжиренного молока, пахты или молочной сыворотки. Содержимое пробирки перемешивают, переворачивая. Если содержимое пробирки обесцвечивается, то кислотность данной пробы будет выше соответствующего данному раствору градуса.

Приготовление контрольных эталонов окраски.

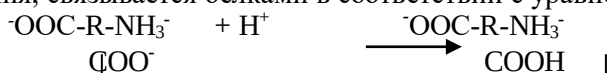
В колбу вместимостью 100 или 250 см³ отмеривают 10 см³ обезжиренного молока, 20 см³ дистиллированной воды и 1 см³ раствора сульфата кобальта. Смесь тщательно перемешивают. Срок хранения эталона не более 8 ч при комнатной температуре.

3. Определение буферности и буферной емкости молочного сырья (по П.Ф. Дьяченко)

Сущность метода. Буферные свойства – это способность растворов, содержащих слабую кислоту и ее соль от сильного основания, смесь двух кислых солей слабой кислоты или слабое основание и его соль от сильной кислоты, препятствовать изменению рН при добавлении кислоты или щелочи.

Буферные свойства молока связаны с наличием белков, гидроортофосфатов и цитратов натрия и калия.

Кислота, добавленная в молоко, или образовавшаяся в результате молочнокислого брожения, связывается белками в соответствии с уравнением:



Константа диссоциации карбоновых кислот мала, поэтому активная кислотность практически не изменяется, а титруемая возрастает.

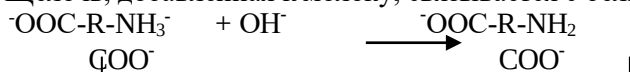
Буферная способность молока по кислоте, обусловленная фосфатами, заключается в переходе гидроортофосфатов в дигидроортофосфаты:



Константа диссоциации H_2PO_4^- значительно ниже, чем константа диссоциации соляной или молочной кислот, поэтому происходит связывание ионов водорода, рН не изменяется, титруемая кислотность возрастает.

Аналогично реагируют с кислотой цитраты и гидрокарбонаты.

Щелочь, добавленная к молоку, связывается с белками в соответствии с уравнением:



Буферная емкость молока по щелочи, связанная с фосфатами, заключается в переходе дигидроортофосфатов в гидроортофосфаты:



Цитраты и гидрокарбонаты взаимодействуют со щелочью аналогично фосфатам.

Количественной мерой буферных свойств молока является буферная емкость. Под буферной емкостью понимают объем (см³) раствора гидроксида натрия с $\text{C}_\Sigma=1$ моль/дм³, или

раствора соляной кислоты той же концентрации, который требуется прибавить к 100 см³ молока, чтобы изменить рН молока на единицу.

Буферные свойства молока играют большую роль при изготовлении кисломолочных продуктов и сыра. Так, при изготовлении кисломолочных продуктов микроорганизмы закваски способны сбраживать около 20% лактозы, после чего начинают отмирать из-за низкого значения рН (4,76). Наибольшей буферной емкостью обладают сыры, поэтому рН сырной массы понижается медленно до значений 5,5 – 5,5. При таком рН продолжается развитие молочнокислых стрептококков закваски, в результате чего лактоза полностью сбраживается на 7 – 10 сутки созревания сыра. Если бы процесс молочнокислого брожения проходил в водном растворе лактозы, содержащем столько же лактозы, сколько в молоке, то микроорганизмы начали бы отмирать, утилизировав только около 3 % лактозы.

Ход работы.

В две конические колбы вместимостью 150 см³ пипеткой вносят по 10 см³ молочного сырья.

В одну из них добавляют 3 капли 1%-го раствора фенолфталеина и титруют из бюретки 0,1 н гидроксида натрия до слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 30 с. Объем щелочи ($V_{щ}$) записывают.

В другую колбу с молоком добавляют 5 – 7 капель 0,1%-го раствора метилового красного и титруют из бюретки 0,1 н НС1 до появления красного окрашивания. Объем кислоты (V_k) записывают.

Количество щелочи и кислоты в см³ рассчитывают на 100 см³ молока, что и будет характеризовать его буферность. При титровании молока щелочью реакция сдвигается с рН 6,8 до 8,2, а при титровании кислотой – с рН 6,8 до 4,7.

При сдвиге рН в кислую сторону буферность 100 см³ молока составляет в среднем около 20 см³ 0,1н раствора хлористоводородной кислоты, а в щелочную – около 15 см³ 0,1н раствора щелочи.

Буферную емкость молочного сырья по щелочи (Бщ) вычисляют по формуле:

$$Б_{щ} = K_{щ} / (pH_{кон} - pH_{нач}) * 10,$$

а по кислоте (Бк) – по формуле:

$$Б_k = K_k / (pH_{кон} - pH_{нач}) * 10,$$

где $K_{щ}$ – объем раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование 100 см³ молочного сырья, см³. $K_{щ} = V_{щ} * 10$

K_k – объем раствора соляной кислоты, пошедшего на титрование 100 см³ молочного сырья, см³. $K_k = V_k * 10$

$pH_{нач}$ – значение рН исследуемого молочного сырья;

$pH_{кон}$ – значение рН исследуемого молочного сырья в конце титрования щелочью или кислотой. При титровании щелочью $pH_{кон} = 8,2$, а при титровании кислотой $pH_{кон} = 4,7$.

10 – коэффициент пересчета растворов щелочи или кислоты с эквивалентной концентрацией 0,1 н в концентрацию 1н.

4. Определение плотности ареометрическим методом

Плотность обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки определяют при 20±2°C.

Ход работы

Пробу объемом 250 или 500 см³ тщательно перемешивают и осторожно, во избежание образования пены, переливают по стенке в сухой цилиндр вместимостью 250 см³, который следует держать в слегка наклонном положении. Если на поверхности пробы в цилиндре образовалась пена, ее снимают мешалкой.

Цилиндр с исследуемой пробой устанавливают на ровной горизонтальной поверхности и измеряют температуру пробы. Подготовленный к измерениям ареометр берут за верхнюю часть стержня, свободную от шкалы, и медленно опускают в исследуемую пробу. Когда до предполагаемой отметки ареометрической шкалы останется 3—4 мм, его оставляют в свободно плавающем состоянии, следя за тем, чтобы ареометр не касался стенок цилиндра.

Первый отсчет показаний плотности ρ_1 проводят визуально со шкалы ареометра через 3 мин после установления его в неподвижном положении. Затем ареометр осторожно приподнимают на высоту до уровня балласта и снова опускают, оставляя его в свободно плавающем состоянии. После установления его в неподвижном состоянии, проводят второй отсчет показаний плотности ρ_2 . При отсчете показаний плотности глаз должен находиться на уровне

мениска. Отсчет показаний проводят по верхнему краю мениска. Затем измеряют температуру пробы.

Если проба во время определения плотности имела температуру выше или ниже 20 °С, то результаты определения плотности при температуре t должны быть приведены к 20 °С в соответствии с приложением 1. По таблицам в левой крайней графе находят строку со значением $\rho_{\text{ср}}^t$, а в последующих графах таблиц – температуру t . На пересечении соответствующей строки и графы находят значение плотности обезжиренного молока при 20 °С, которое принимается за окончательный результат.

Если заготавливаемое или обезжиренное коровье молоко имеет температуру от 10 до 15 °С, то для определения его фактической плотности к полученному значению плотности пробы этого молока $\rho_{\text{ср}}^t$ добавляют поправку, найденную по приложению 1.

Результат определения плотности молока с учетом погрешности метода должен быть представлен в виде

$$\rho_t \pm \Delta\rho_a,$$

где ρ_t – значение плотности, приведенной к 20 °С, кг/м³, найденное по приложению 1;

$\Delta\rho_a$ – погрешность определения плотности молока ареометрическим методом, не более $\pm 0,5$ кг/м³.

Допускаемое расхождение между результатами определения плотности молока ρ_m^0 одним типом ареометров в различных условиях (не должно превышать 0,8 кг/м³).

5. Определение температуры замерзания молока

Сущность метода. Установлено, что растворы замерзают при более низкой температуре, чем чистый растворитель. Наблюдающуюся разность между этими температурами называют температурой замерзания раствора и обозначают ΔT_z . В соответствии с законом Ф.Рауля эта величина зависит от концентрации растворенных частиц, но не зависит от их вида или структуры:

$$\Delta T_z = K \cdot m, \quad (^\circ\text{C}),$$

где K – криоскопическая постоянная растворителя, град. для воды $K = 1,86$ град;

m – моляльная концентрация раствора, моль/кг.

Криоскопическая постоянная отражает снижение температуры замерзания, которое вызывается 1 молем растворенного вещества в 1000 г воды.

На температуру замерзания молока влияет содержание лактозы и соединений, находящихся в нем в состоянии истинного раствора. Так, на долю лактозы приходится понижение температуры замерзания примерно 0,283°С, а остальные соединения – 0,267 – связаны с растворенными веществами.

Влияние белков на температуру замерзания очень незначительно, поскольку они имеют большую молекулярную массу. Например, бета-лактоглобулин обладает в 1000 раз большей молекулярной массой, чем лактоза, поэтому степень его влияния на понижение температуры замерзания составляет 1/1000 от степени влияния лактозы.

Температура замерзания зависит от химического состава молока. Изменяется в течение лактационного периода, при заболеваниях животного, а также при повышении кислотности, разбавлении молока водой, добавлении к нему соды.

Температура замерзания нормального молока в среднем составляет $-0,54^\circ\text{C}$ и колеблется в узких пределах: от $-0,505$ до $-0,575^\circ\text{C}$.

При повышении кислотности температура замерзания снижается, что связано с увеличением числа частиц в растворе, поскольку при сбраживании лактозы образуются 4 молекулы молочной кислоты, которая к тому же частично диссоциирует.

Разбавление молока водой приводит к незначительным изменениям температуры замерзания – в среднем добавление 1% воды повышает ее на $0,005^\circ\text{C}$.

Ход работы. Измерение температуры замерзания молока и молочного сырья проводят на приборе «Криостар».

В сухую кювету вносят пипеткой-дозатором $0,2 \text{ см}^3$ исследуемого образца. Кювету помещают в гнездо и опускают измерительную каретку с терморезистором до упора. Температура, фиксируемая цифровым табло, начинает понижаться. При температуре -5°C включается звуковой сигнал. После этого в отверстие в пробке терморезистора вводят зонд до упора. Температура, фиксируемая цифровым табло, начинает резко повышаться. Снятие показаний проводят после того, как рост температуры прекратится. После этого извлекают зонд, вытирают его чистой тряпочкой и вставляют в гнездо для зонда. Извлекают затем терморезистор и ополаскивают в дистиллированной воде.

6. Определение осмотического давления молочного сыра

Сущность метода. Если разделить раствор и растворитель полупроницаемой мембраной, пропускающей молекулы растворителя и задерживающей молекулы растворенного вещества, то наблюдается самопроизвольное перемещение молекул растворителя в раствор. При этом объем раствора увеличивается. Явление односторонней диффузии растворителя в раствор называют осмосом, а то наименьшее давление, которое необходимо приложить к раствору, чтобы предотвратить перемещение растворителя через мембрану, – осмотическим давлением.

В соответствии с уравнением Вант-Гоффа осмотическое давление (π) зависит от концентрации растворенных частиц и не зависит от их вида или структуры. Для растворов неэлектролитов уравнение имеет вид:

$$\pi = C \cdot R \cdot T, \text{ (кПа)},$$

где C – молярная концентрация раствора, моль/дм³;

R – универсальная газовая постоянная, Дж*моль⁻¹*К⁻¹;

$R = 8,314 \text{ Дж*моль}^{-1}\text{*К}^{-1}$

T – абсолютная температура, К; $T = 273 \text{ К}$.

В случае электролитов в уравнение вводится изотонический коэффициент (i) и уравнение принимает вид:

$$\pi = i \cdot C \cdot R \cdot T, \text{ (кПа)}$$

Изотонический коэффициент показывает, во сколько раз суммарная эффективная концентрация недиссоциированных молекул и ионов больше, чем концентрация молекул до диссоциации.

Если растворы различных веществ имеют одинаковую молярную концентрацию, то и осмотическое давление их одинаково. Такие растворы называют изотоническими.

Между осмотическим давлением и температурой замерзания разбавленных растворов (ΔT_z) существует прямая зависимость:

$$\pi = \Delta T_z \cdot R \cdot T / K, \text{ кПа},$$

где K – криоскопическая постоянная растворителя, град.

Для воды $K = 1,86$.

Таким образом, осмотическое давление можно рассчитать по температуре замерзания раствора, определенной с помощью криоскопов различной конструкции.

Однако определение осмотического давления молока по этой формуле дает заниженные результаты, поскольку не учитывает суммарный изотонический коэффициент раствора.

Осмотическое давление молока с нормальным химическим составом в среднем равно 0,66 МПа и колеблется в узких пределах: от 0,62 до 0,7 МПа.

Осмотическое давление молока обуславливается веществами, находящимися в нем в состоянии истинного раствора – это лактоза, ионы солей (хлориды и фосфаты натрия и калия). Белки, имеющие молярную концентрацию в 250 раз меньшую, чем концентрация лактозы, а также солей, находящихся в коллоидном состоянии, слабо увеличивают значение осмотического давления, жир влияния на него не оказывает.

Осмотическое давление зависит от химического состава молока, периода лактации и здоровья животного, увеличивается при повышении кислотности молока и понижается при разбавлении его водой.

Ход работы. Температуру замерзания определяют в соответствии с методикой, приведенной в опыте 5.

Осмотическое давление рассчитывают по формуле:

$$\pi = \Delta T_z \cdot 1,220, \text{ МПа},$$

где ΔT_z – среднее значение двух параллельных определений температуры замерзания исследуемого образца.

Содержание отчета, форма и правила оформления отчета о выполненной работе

Отчет по лабораторной работе содержит название и цель работы, описание методов определения физических свойств вторичного молочного сырья с результатами собственных исследований по каждому из методов.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Физические свойства обезжиренного молока.
2. Физические свойства пахты.
3. Физические свойства молочной сыворотки.

4. Оптические свойства молочного белково-углеводного сырья.
5. Сущность метода определения буферности буферной емкости молочного сырья.
6. Сущность метода определения титруемой и предельной кислотности.
7. Сущность метода определения температуры замерзания и осмотического давления молочного сырья.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ БЕЛКА И ЕГО ОСНОВНЫХ ФРАКЦИЙ ВО ВТОРИЧНОМ МОЛОЧНОМ СЫРЬЕ

Цель работы: изучить и освоить существующие аналитические и инструментальные методы определения общего содержания белка и его фракций в обезжиренном молоке, пахте и молочной сыворотке

Теоретическое обоснование

К белковым азотистым соединениям, содержащимся в обезжиренном молоке, пахте и молочной сыворотке, относятся следующие: казеин и сывороточные белки (лактоальбумин, лактоглобулин, иммуноглобулины, протеозопептоны и белок сыворотки крови). Основными белками молока являются казеин, лактоальбумин, лактоглобулин.

Казеин – белковый компонент молока, осаждающийся при pH 4,6. На долю казеина приходится 78—85% белка коровьего молока. В 1939 г. Меландеру удалось разделить казеин на три фракции, которые были названы в соответствии со скоростью их передвижения в электрическом поле при электрофорезе – α - , β - и γ - казеин (гамма-казеин). Самая высокая скорость передвижения наблюдается у фракции, названной альфа-казеином.

α -Казеин. На долю α -казеина приходится 45 – 55 % белка. α -Казеин можно разделить на кальцинеустойчивый α_{s1} - казеин и Са-устойчивый χ -казеин. Индекс S означает, что этот казеин осаждается кальцием, т.е. является Са-неустойчивым. Цифра 1 показывает, что наряду с этой основной фракцией существуют еще более мелкие, второстепенные фракции. **χ - Казеин** (каппа-казеин) занимает особое положение среди составных частей казеина (на его долю приходится 8 – 15 %). Он действует как защитный коллоид всего казеинового комплекса и обуславливает его растворимость с образованием коллоидного раствора. χ - Казеин содержит углеводы и представляет собой единственный компонент казеина, на который действует сычужный фермент.

β -Казеин, на долю которого приходится 25 – 35 % белка молока, встречается в следующих генетических вариантах: A1, A2, A3, B, C, D. Установлено, что бета-казеин построен из одной полипептидной цепи с молекулярной массой около 24 000. В состав молекулы бета-казеина входят 4 – 5 фосфатных остатков (в зависимости от варианта). Растворимость бета-казеина в воде лучше, чем у остальных казеинов, особенно при низких температурах. Его изоэлектрическая точка (pI 5,2), наблюдается при более высоком значении pH, чем у α_{s1} - казеина (pI 4,8), что имеет большое значение для гелеобразования.

γ - Казеин является фрагментом β -казеина, а не основной фракцией. На его долю приходится 3 – 7 % от общего количества белка.

Сывороточные белки (15 – 22 % от массы белков молока):

-бета-лактоглобулин (7 – 12 % от массы белков молока). Его доля в общем объеме сывороточного белка более 50 %. Изоэлектрическая точка 5,3, молекулярная масса 18000. При электрофорезе он разделяется на три компонента—лактоглобулины А, В и С, которые различаются не только электрофоретической подвижностью, но и растворимостью. Биологическая функция бета-лактоглобулина: каждая молекула β -лактоглобулина способна связывать молекулу ретинола (витамина А), защищая его от окисления; кроме того β -лактоглобулин связывает свободные жирные кислоты и тем самым способствуют липолизу, т.к. жирные кислоты являются сильными ингибиторами липаз. В женском молоке β -лактоглобулин отсутствует.

- альфа-лактальбумин (2 – 5 % от массы белка молока и около 20 % от сывороточных белков). Изоэлектрическая точка 4,2 – 4,5, молекулярная масса 14 000. В α -лактальбумине самое высокое содержание аминокислоты триптофан (особо дефицитная незаменимая аминокислота) среди всех пищевых белков. Биологическая функция α -лактальбумина заключается в регулировании синтеза лактозы.

- **протеозо-пептонная фракция** (2 – 6 % от массы белка молока), состоит из высокомолекулярных пептидов, термоустойчивых, но осаждаемых 12 %-м раствором трехлоруксусной кислоты. Изoeлектрическая точка 3,3 – 3,7, молекулярная масса 4 000 – 41 000.

- **иммуноглобулины** (1,9 – 3,3 % от массы белки молока). Это сложные высокомолекулярные белки: молекулярная масса 150 000 – 163 000, по своей природе это гликопротеины. Изoeлектрическая точка 5,5 – 6,8. В молоке обнаружены 3 класса (из 5) иммуноглобулинов – IgA, IgG, IgM. Содержание иммуноглобулинов в молозиве может составлять 100 г/л, в дальнейшем оно снижается до 0,6 – 1,0 г/л. Биологическая функция: выполняют защитную функцию, являясь носителями пассивного иммунитета. Иммуноглобулины коровьего молока проявляют как антибактериальные, так и антивирусные свойства, что позволяет применять их например, против ротавирусов (возбудители кишечного гриппа).

- **альбумин сыворотки крови** не является продуктом синтеза молокообразующих клеток, а переходит в молоко из крови. Его доля в общем объеме молочного белка составляет 0,7 – 1,3 %, концентрация в молоке 0,1 – 0,4 г/л. Альбумин может связывать металлы и жирные кислоты и тем самым способствовать действию липаз.

Во вторичном молочном сырье, и особенно в молочной сыворотке, присутствуют также небелковые азотистые вещества в виде мочевины, мочевой кислоты, гиппуровой кислоты, креатина и пуриновых оснований (продукты распада нуклеиновых кислот).

Аппаратура и материалы:

Приборы и оборудование: рН-метр, центрифуга лабораторная, рефрактометр-белкомер ИРФ – 464 со шкалой массовой доли белка в диапазоне от 0 до 15 % с ценой деления 0,1 %, баня водяная, электрическая плитка.

Реактивы и материалы – молочная сыворотка (творожная, подсырная), обезжиренное молоко, пахта; дистиллированная вода; 0,1 н NaOH; 1%-й и 2%-й спиртовой раствор фенолфталеина; 2,5%-й раствор сернокислого кобальта; 36-40 %-й формальдегид; 10 %-я уксусная кислота; 4 %-й хлорид кальция; 0,05 н раствор HCl; бумажный фильтр.

Посуда – химические стаканы вместимостью 200 см³, пипетки на 1, 5 и 20 см³, пенициллиновые флаконы вместимостью 10 см³, пробки резиновые, центрифужные пробирки вместимостью 25 см³, колбы мерные вместимостью 50 и 100 см³, колбы конические вместимостью 200 см³, цилиндр мерный вместимостью 100 см³, пробирки стеклянные вместимостью 25 см³, бюретки стеклянные на 25 см³ с ценой деления 0,1 см³, воронки.

Методика и порядок выполнения работы

1. Определение массовой доли белков методом формольного титрования

Сущность метода. Метод формольного титрования основан на реакции щелочных аминокислот белка с формалином, в результате которой высвобождаются карбоксильные кислые группы белка. При этом повышается титруемая кислотность молока, по приросту которой определяют массовую долю белка в молоке. Данный метод применяют для контроля массовой доли белка в молоке кислотностью не более 22 °Т.

Ход работы. В стакан вместимостью 150 – 200 см³ вносят пипеткой 20 см³ молока, 0,25 см³ 2%-го раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором гидроксида натрия до появления слабо-розовой окраски, соответствующей контрольному эталону. Затем вносят 4 мл нейтрализованного 36-40 %-го формальдегида, перемешивают круговыми движениями и через 1 мин вторично титруют до появления слабо-розового окрашивания.

Для приготовления контрольного эталона окраски в такой же стакан отмеривают 30 см³ молока и 1 см³ 0,25 %-го раствора сульфата кобальта. Эталон пригоден для работы в течение одной смены.

Массовая доля общего количества белков в молоке в процентах равна количеству 0,1 н раствора едкого натра, затраченного на нейтрализацию в присутствии формалина, умноженному на 0,959.

2. Определение массовой доли белка, казеина и сывороточных белков в обезжиренном молоке рефрактометрическим методом

Сущность метода. Показатель преломления молока зависит от содержания воды и составных частей: лактозы, минеральных солей, казеина, сывороточных белков, небелковых азотистых соединений. Массовую долю белка можно определить по разнице показаний преломлений исходного молока и безбелковой сыворотки, а сывороточных белков – по разнице массовых долей белка и казеина.

Получение безбелковой сыворотки основано на термокальциевой коагуляции белков. В этом случае последовательно протекает ряд физико-химических процессов, сопровождающихся выделением белков из раствора. Так, нагревание до $(35 \div 40)^\circ\text{C}$ вызывает полную дегидратацию белков и, как следствие, их частичную агрегацию. Нагревание выше 70°C стимулирует активность ионов кальция, которые начинают взаимодействовать с мицеллами казеина и молекулами других белков. В результате снижается их заряд и степень дисперсности, что приводит к коагуляции белков. Дополнительное агрегирующее действие на казеин могут оказывать взаимодействующие с ним денатурированные сывороточные белки, в частности, β -лактоглобулин, и продукты реакции Майяра.

Получение бесказеиновой сыворотки основано на кислотной коагуляции казеина в изоэлектрической точке ($\text{pH} = 4,6 \div 4,7$).

Метод пригоден для молока с титруемой кислотностью не выше 19°T . При более высокой кислотности результаты определения массовой доли белка получаются заниженными. Это связано с тем, что при развитии микроорганизмов в молоке помимо сбраживания лактозы и накопления молочной кислоты происходит гидролиз белков с накоплением низкомолекулярных фракций, не осаждающихся в условиях опыта.

Ход работы

Перед началом работы проверяют правильность настройки прибора по воде. Направляют свет от осветителя на призмы. На нижнюю призму рефрактометра наносят 2 – 3 капли дистиллированной воды комнатной температуры; осторожно опускают верхнюю призму; поворотом окуляра устанавливают резкое изображение шкалы. При этом поле зрения должно быть чистым, равномерно освещенным, разделенным на две половины (темную и светлую) с четкой границей светотени. Граница светотени не должна иметь окраски и должна проходить параллельно штрихам шкал. Допускаемое отклонение по параллельности – не более толщины штриха n_D . Окраску границы устраняют поворотом дисперсионного компенсатора. Показатель преломления по воде определяют по шкале n_D через 1 мин после нанесения воды на призму.

После настойки призмы насухо вытирают мягкой тканью и приступают к исследованию молока. Для этого пробу молока (приблизительно 100 см^3) тщательно перемешивают; 2 – 3 капли наносят на нижнюю призму рефрактометра и закрывают верхней. Для улучшения резкости границы светотени измерения проводят через 1 мин после нанесения молока или сыворотки на призму. За это время из пробы удаляется воздух и лучше смачивается поверхность осветительной призмы. Отсчет результатов проводят по шкале Б (белок) не менее трех раз из-за нечеткой границы светотени. Для расчета берут среднее значение, которое обозначают Бм.

После исследования молока призмы промывают водой, насухо вытирают мягкой тканью и приступают к исследованию сыворотки.

Для приготовления безбелковой сыворотки в три пенициллиновых флакона отмеряют по 5 см^3 молока, добавляют по 6 капель 4%-го раствора хлорида кальция. Флаконы закрывают пробками, несколько раз переворачивают для перемешивания содержимого и помещают в водяную баню. В водяную баню наливают холодную воду так, чтобы ее уровень был выше уровня молока во флаконе; закрывают крышкой и помещают на электроплитку. Доводят воду до кипения и кипятят не менее 10 мин. Далее, не открывая баню, сливают воду через отверстия в крышке; наливают холодную воду из-под крана и выдерживают не менее 2 мин, после чего воду вновь сливают.

Открывают крышку бани и достают флаконы. Для отделения сыворотки из образовавшегося сгустка флаконы энергично встряхивают и помещают в центрифугу без пробок на 10 мин. Частота вращения барабана центрифуги 17 с^{-1} (1000 об/мин).

2 ÷ 3 капли сыворотки наносят пипеткой или стеклянной палочкой на призму рефрактометра. Отсчет результатов проводят через 1 мин по шкале Б три-четыре раза. Для расчета берут среднее значение, которое обозначают Бс.

Для приготовления бесказеиновой сыворотки в три пенициллиновых флакона пипеткой вносят по 5 см^3 молока и добавляют по 10 капель 10 %-го раствора уксусной кислоты. С помощью индикаторной бумаги убеждаются, что pH раствора лежит в пределах 4,6 – 4,7 (изоэлектрическая точка казеина). Для выделения сыворотки из образовавшегося сгустка флаконы встряхивают и без пробок помещают в центрифугу на 10 мин. Частота вращения барабана центрифуги 1000 об/мин.

2 ÷ 3 капли сыворотки наносят пипеткой или стеклянной палочкой на призму рефрактометра. Отсчет результатов проводят через 1 мин по шкале Б три-четыре раза. Для расчета берут среднее значение, которое обозначают Бк.

Массовую долю белка молока (Б) определяют по формуле:

$$Б = (Бм - Бс), \%$$

Общий белок (белки и небелковые азотистые вещества) определяют по формуле:

$$Б_{о.б.} = (Бм - Бс) \cdot 1,0855, \%$$

Массовую долю казеина (К) определяют по формуле:

$$К = (Бм - Бк) \cdot 1,1012, \%$$

Массовую долю сывороточных белков (СБ) определяют по формуле:

$$СБ = (Б - К), \%$$

3. Определение массовой доли казеина в молоке методом кислотного титрования

Сущность метода. Казеин молока обладает кислыми свойствами, в с чем способен взаимодействовать со щелочью. Поэтому массовую долю казеина можно определить по разнице объемов щелочи, пошедшей на нейтрализацию молока и бесказеиновой сыворотки.

В основе получения бесказеиновой сыворотки лежит кислотная коагуляция казеина в изоэлектрической точке. Механизм процесса заключается в том, что при подкислении молока происходит постепенная нейтрализация отрицательных групп (карбоксильных и фосфатных) казеинов и удаление из состава казеиновых мицелл коллоидного фосфата кальция. При $pH = 4,9$ наступает потеря частицами всего коллоидного фосфата кальция и полное разрушение мицеллярной структуры. Дальнейшее понижение pH раствора до изоэлектрической точки казеина приводит к нейтрализации казеиновых частиц и снижению степени их гидратации. Изоэлектрическое состояние сопровождается конформационными изменениями полипептидных цепей макромолекул казеина внутри субмицелл, а это приводит к частичной гидрофобилизации их поверхности и образованию нерастворимых в водной среде агрегатов.

Дальнейшее объединение субмицелл за счет гидрофобных, водородных и, в меньшей степени, ионных связей приводит к образованию геля.

Ход работы

1 этап. В коническую колбу вместимостью 200 см³ пипеткой вносят 20 см³ молока и цилиндром 80 см³ дистиллированной воды с температурой 20°C; содержимое колбы перемешивают и титруют из бюретки 0,05 н серной кислотой при слабом постоянном перемешивании до тех пор, пока казеин не выпадет в осадок большими хлопьями. Для контроля полноты выпадения казеина определяют pH , пользуясь индикаторной бумажкой. Изоэлектрическая точка казеина $pH = 4,6 - 4,7$. Объем раствора серной кислоты (V_k), пошедшей на осаждение казеина, записывают.

Через 3 – 5 мин после образования осадка казеина жидкость фильтруют через сухой складчатый фильтр в мерную колбу вместимостью 100 см³. Далее 100 см³ фильтрата из мерной колбы количественно переносят в коническую колбу вместимостью 200 см³, ополаскивая мерную колбу три раза небольшим объемом дистиллированной воды. В коническую колбу добавляют 3 – 5 капель 1 %-го раствора фенолфталеина и титруют 0,1 н раствором гидроксида натрия до слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 30 с. Объем щелочи (V_1), пошедшей на титрование, записывают.

2 этап. В коническую колбу вместимостью 200 см³ пипеткой вносят 20 см³ молока, цилиндром – 80 см³ дистиллированной воды с температурой 20 °C, из бюретки – столько же 0,05 н серной кислоты, сколько потребовалось на осаждение казеина на первом этапе, 3 – 5капель 1 %-го раствора фенолфталеина. Содержимое колбы перемешивают и титруют 0,1 н раствором гидроксида натрия. Объем раствора щелочи (V_2), пошедшей на титрование, записывают.

Поскольку на первом этапе работы брали только 100 см³ фильтрата, то вначале рассчитывают объем щелочи (X), который пошел бы на титрование всего раствора (молоко + вода + кислота). Пользуются расчетной формулой:

$$X = [100 + V_k] \cdot V_1 / 100, \text{ см}^3,$$

где: V_k – объем раствора серной кислоты, израсходованной на осаждение казеина, см³;

V_1 – объем раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование 100 см³ фильтрата, см³;

100 – исходный объем раствора, см³.

Массовую долю казеина (К) рассчитывают по формуле:

$$К = [(V_2 - X) \cdot 0,1131 \cdot 100] / m = (V_2 - X) \cdot 0,56 \quad (\%),$$

где: V_2 – объем раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование на втором этапе титрования, см³;

X – рассчитанный объем раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование на первом этапе, см^3 ;

0,1131 – масса казеина, эквивалентная 1 см^3 раствора гидроксида натрия с эквивалентной концентрацией 0,1 моль/ дм^3 , г;

m – объем молока, взятого на исследование, см^3 .

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе содержит: название и цель работы, описание методов определения белка, сравнить данные, полученные по определению массовой доли казеина рефрактометрическим методом и методом кислотного титрования, выводы по работе. Результаты анализов оформить в виде таблиц 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1 – Сравнительный анализ результатов определения массовой доли белка различными методами

Метод анализа	М.д.белка, %	М.д. казеина, %
Формольный		
Рефрактометрический		
Титрометрический		

Таблица 2.2. – Соотношение основных фракций молочного белка

Наименование белковой фракции	Процентное отношение к общему белку (Б)
Казеин (К)	
Сывороточные белки (СБ)	

Контрольные вопросы и защита работы

1. Белки молока: характеристика фракций казеина.
2. Белки молока: характеристика фракций сывороточных белков.
3. Сущность метода формольного титрования.
4. Сущность рефрактометрического метода, на каких свойствах казеина и сывороточных белков он основан?
5. Сущность метода определения массовой доли казеина методом кислотного титрования.
6. Тепловые методы обработки
7. Центробежные методы обработки
 1. Баромембранные методы обработки
 2. Физические методы консервирования вторичного молочного сырья

Тема 3. Биохимические и физико-химические процессы при производстве продуктов из вторичного молочного сырья

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА НАПИТКОВ ИЗ НЕОСВЕТЛЕННОЙ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Цель работы: закрепление студентами теоретических знаний по производству напитков из неосветленной молочной сыворотки, получение практических навыков по составлению рецептур на напитки и расчету необходимых компонентов, ведению технологического процесса, заполнению технологического журнала.

Теоретическое обоснование

Для производства напитков используют молочную сыворотку, полученную от производства творога или сыра, соответствующую требованиям ГОСТ Р 53438-2009 "Сыворотка молочная. Технические условия". По физико-химическим показателям сыворотка должна соответствовать нормам, изложенным в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Физико-химические показатели молочной сыворотки

Наименование показателя	Норма для сыворотки		
	подсырной	творожной	казеиновой
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	5,6	5,5	5,5
Массовая доля лактозы, %, не менее	4,0	3,5	3,5
Кислотность, °Т	20	70	75
Температура, °С, не выше	6		

Технология неферментированных напитков из вторичного молочного сырья проста, не требует специального оборудования, легко осуществима на любом молочном заводе. Технологический процесс производства напитков осуществляется в следующей последовательности:

- приемка и подготовка сырья;
- пастеризация и охлаждение;
- внесение пищевых добавок и сахарного сиропа;
- пастеризация и охлаждение смеси;
- внесение ароматизатора (при необходимости);
- розлив, упаковка, маркировка и доохлаждение готового напитка.

Технологический процесс производства кисломолочных напитков резервуарным способом осуществляется в следующей последовательности:

- приемка и подготовка сырья;
- нормализация (при производстве низкожирных и маложирных напитков);
- гомогенизация (при производстве низкожирных и маложирных напитков);
- пастеризация и охлаждение до температуры сквашивания;
- сквашивание
- внесение наполнителей (при необходимости)
- розлив, упаковка, маркировка и доохлаждение готового напитка.

При производстве напитков из неосветленной молочной сыворотки ее собирают в резервуар из нержавеющей стали, после чего она поступает на саморазгружающийся сепаратор модели ОХС для выделения молочного жира и казеиновой пыли. После удаления молочного жира и казеиновой пыли продукт пастеризуют.

Основная цель пастеризации – уничтожение вегетативных форм микроорганизмов, находящихся в молочном сырье, сохраняя при этом его биологическую, питательную ценность и качество. Эффективность пастеризации зависит от температуры, до которой нагревают молочное сырье, и выдержки его при данной температуре.

Для оценки меры завершенности процесса пастеризации Г.А.Куком был введен критерий Пастера:

$$Pa = \tau/z \quad [3.1]$$

τ – продолжительность действия (выдержка) температуры пастеризации;

z – продолжительность бактерицидного действия температуры пастеризации.

Для завершенного процесса пастеризации критерий Пастера должен быть равен или больше 1.

Основным критерием надежности режимов пастеризации служит уничтожение возбудителя туберкулеза, являющегося наиболее устойчивым среди патогенных неспорообразующих бактерий. Установлено, что разрушение фермента фосфатазы в молоке происходит после отмирания неспорообразующих патогенных бактерий. На предприятиях для определения эффективности пастеризации применяют фосфатазную пробу.

Например, при температуре 75 °С возбудитель туберкулеза погибает через 10 – 12 с, а фосфатаза при этой температуре разрушается только через 23 с. В связи с этим считают, что если реакция на фосфатазу отрицательная, то в пастеризованном молоке погибают все неспорообразующие патогенные бактерии.

В зависимости от режимов пастеризация может быть

- длительной – при температуре 63 – 65 °С с выдержкой 20 - 30 мин; 74 – 78 с выдержкой 30 мин или 90-99 °С с выдержкой от 2 - 15 мин до 5 ч;
- кратковременная - при температуре 72 - 75 °С с выдержкой 20-30 с;

- моментальной – при температуре 85-95 °С с выдержкой 1-2 с или без выдержки.
- высокотемпературной – при температуре 105-107 °С без выдержки.

Техническая реализация процесса выдержки осуществляется в выдерживателях в пастеризационно-охлаждающих установках.

Для длительной пастеризации используют емкости периодического действия, а для кратковременной и моментальной пастеризации – пластинчатые, трубчатые и другие пастеризационные аппараты.

Особенности процесса пастеризации молочной сыворотки

При температуре, начиная с 60 – 65 °С (порог тепловой денатурации сывороточных белков) и выше, в пластинчатых пастеризаторах на греющих поверхностях интенсивно образуется трудноудаляемый пригар. Поэтому на практике рекомендуется использовать трубчатые пастеризационные установки, которые легко поддаются разборке для ручной чистки.

Пастеризацию молочной сыворотки проводят по одному из режимов:

- низкотемпературному (медленному), - при температуре 63 – 65 °С с выдержкой 30 мин;
- быстрому при температуре 74...78 °С с выдержкой 15 – 20 с.

Оба метода имеют свои преимущества и недостатки.

При пастеризации по первому режиму не происходит интенсивного образования пригара на греющих поверхностях пастеризационных аппаратов, однако метод требует значительных затрат времени или дополнительных емкостей для выдержки сыворотки при температуре пастеризации.

При пастеризации по второму режиму процесс происходит достаточно быстро, однако требуется более частая чистка пастеризационных установок от пригара.

Аппаратура и материалы:

Приборы и оборудование: баня водяная, весы, титровальная установка; термометр спиртовой или ртутный со шкалой 0 – 100 °С, ареометр типа АМ или АМТ для молока.

Реактивы и материалы – фенолфталеина 0,1%-й спиртовой раствор, 0,1н раствор гидроксида натрия, 2,5%-й раствор сульфата кобальта, сыворотка молочная по 250 мл на 1 студента, закваски молочнокислых бактерий.

Посуда – кастрюли пищевые емкостью 1 дм³, ложки пищевые для перемешивания, бюксы металлические емкостью 100 см³, колбы конические вместимостью 250 – 300 см³, пипетки на 10 см³, бюретки стеклянные на 25 см³ с ценой деления 0,1 см³, цилиндры вместимостью 250 см³

Методика и порядок выполнения работы

1. Определить показатели качества сырья (титруемую кислотность, плотность), его массу. При соответствии качества сырья ГОСТ Р 53438-2009 "Сыворотка молочная. Технические условия" использовать его для выработки напитков. Кислотность подсырной сыворотки должна быть (15 – 25) °Т, творожной – (50 – 85) °Т; плотность подсырной сыворотки – (1018 – 1027) кг/м³, творожной – (1019 – 1026) кг/м³.

2. Сыворотку пастеризуют при температуре (75 – 85) °С с выдержкой (15 – 20) с и охлаждается до температуры заквашивания.

3. Рассчитать количество компонентов смеси напитков по рецептурам, приведенным в приложение 2.

Сахар-песок вносят в виде сиропа с концентрацией сухих веществ 80 %. Сироп готовится в следующей последовательности: к 4 частям сахарного песка добавляется 1 часть воды, смесь нагревается до кипения, выдерживается в течение (3 – 4) мин, фильтруется и переносится в сыворотку.

4. Разливают готовый продукт в стерильные колбы, закрывают ватными пробками и ставят в термостат для сквашивания.

5. Определить физико-химические показатели готового продукта.

6. Заполнить технологический журнал по образцу, данному в приложении 4.

7. Провести органолептическую оценку готового продукта.

Содержание отчета и его форма: отчет по лабораторной работе содержит название и цель работы, описание методики проведения работы, результаты анализа качества полученного продукта, заполненный технологический журнал, вывод о соответствии полученного продукта требованиям стандарта.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Классификация напитков из молочной сыворотки.
2. Состав и влияние отдельных компонентов сыворотки на качество напитков.
3. Какие технологические операции применяются при производстве напитков, охарактеризуйте их.
4. Охарактеризуйте микроорганизмы, применяемые для биологической обработки молочной сыворотки при производстве напитков.
5. Ферментативный гидролиз лактозы и белков.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА НАПИТКОВ ИЗ ОСВЕЩЕННОЙ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Цель работы: закрепление студентами теоретических знаний по производству напитков из осветленной молочной сыворотки, получение практических навыков по составлению рецептур на напитки и расчету необходимых компонентов, ведению технологического процесса.

Теоретическое обоснование

Биологическая обработка молочной сыворотки приводит к изменению её состава, накоплению органических кислот, водорастворимых витаминов, лактатов, вкусовых и ароматических веществ, позволяет направленно изменять соотношение белок – углеводы в желаемую сторону и улучшать вкус вырабатываемых напитков. Для биологической обработки используют все виды микроорганизмов, используемых в молочной промышленности, как гомоферментативного, так и гетероферментативного брожения. При выработке отдельных видов напитков используют пивные, винные и хлебопекарные дрожжи, отдельные виды грибов, ферментные препараты.

При производстве напитков из осветленной сыворотки часто используют хлебопекарные прессованные дрожжи, которые представляют собой технически чистую культуру дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, сформированную в брикеты влажностью 67 – 75 %. Культура готовится выращиванием на специальных питательных средах путем постоянного накопления биомассы маточных и засевных дрожжей в условиях интенсивной аэрации среды до получения товарных дрожжей прессованием или вакуумированием. В одном грамме прессованных дрожжей содержится 10 – 15 млрд. клеток.

Аппаратура и материалы:

Приборы и оборудование: баня водяная, весы, титровальная установка; термометр спиртовой или ртутный со шкалой 0 – 100 °С, ареометр типа АМ или АМТ для молока.

Реактивы и материалы – фенолфталеина 0,1%-й спиртовой раствор; 0,1н раствор гидроксида натрия; 2,5%-й раствор сульфата кобальта; сыворотка молочная по 250 мл на 1 студента; закваски молочнокислых бактерий.

Посуда – кастрюли пищевые емкостью 1 дм³, ложки пищевые для перемешивания, бюксы металлические емкостью 100 см³, колбы конические вместимостью 250 – 300 см³, пипетки на 10 см³, бюретки стеклянные на 25 см³ с ценой деления 0,1 см³, цилиндры вместимостью 250 см³.

Методика и порядок выполнения работы

1. Определить показатели качества сырья (титруемую кислотность, плотность), его массу. При соответствии качества сырья требованиям ГОСТ 10 213 – 97 «Сыворотка молочная» использовать его для выработки напитков.

2. Провести осветление сыворотки путем тепловой коагуляции сывороточных белков с последующим отделением их фильтрацией. Для этого сыворотку нагреть до (95 – 97) °С и выдержать при этой температуре в течение 60 мин, затем охладить до (25 – 30) °С и отфильтровать.

3. Осветленную сыворотку подвергнуть тепловой обработке при температуре (75 – 85) °С с выдержкой (15 – 20) с и охладить до температуры заквашивания.

4. Рассчитать количество компонентов смеси напитков по рецептурам, представленным в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Рецептуры на 1000 кг ферментированных напитков из осветленной молочной сыворотки

Наименование сырья	Нормы расхода на напитки, кг				
	Квас "Новый"	Квас молочный	Ацидофильно-дрожжевой	«Прохлада» сладкий	«Прохлада» плодово-ягодный
Сыворотка молочная осветленная	933,8	949,8	837,4	879,1	843,0
Сахар-песок	40,0	50,0	70,0	60,9	-
Сироп плодово-ягодный	-	-	-	-	97,0
Хлебный экстракт	26,0	-	-	-	-
Дрожжи хлебопекарные прессованные	0,2	0,2	-	-	-
Лимонная настойка	-	-	0,6	-	-
Ацидофильно-дрожжевая закваска	-	-	50,0	-	-
Жженный сахар	-	-	12,0	10,0	10,0
Закваска	-	-	-	-	50,0
Вода	-	-	30,0	-	-
Итого	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0

Для кваса «Нового» в осветленную творожную или подсырную сыворотку вносят при постоянном перемешивании 2 % хлебного экстракта, 25 % сахара от массы, требуемой по рецептуре, затем смесь тщательно перемешивают и вносят подготовленную дрожжевую закваску. Сахарный сироп готовят на осветленной сыворотке. Раствор нагревают до кипения, фильтруют и охлаждают до температуры 15 °С.

Дрожжевую закваску готовят следующим образом: массу дрожжей, рассчитанных по рецептуре, растирают в небольшом количестве сыворотки, добавляют 2 % к массе закваски сахара и выдерживают в течение (40 – 60) мин до появления на поверхности пены.

Для молочного кваса в осветленную сыворотку внести часть сахара-песка (30 % от расчетного) и хлебопекарные дрожжи. Перед внесением дрожжи подготавливают следующим образом: в 2 дм³ осветленной сыворотки при температуре 30 °С растворяют 160 г дрожжей, добавляют (25 – 30) г сахара и выдерживают 2 – 3 ч.

Для ацидофильно-дрожжевого напитка в осветленную сыворотку вносят 5 % ацидофильно-дрожжевой закваски, сахарный сироп и все компоненты по рецептуре. Смесь хорошо перемешивают, жженный сахар вносят для придания напитку цвета.

Закваску готовят на пастеризованной и охлажденной до 35 °С молочной сыворотке с добавлением перед пастеризацией 2 % сахара. В сыворотку вносят 2 % чистой культуры неслизистой ацидофильной палочки, приготовленной на пастеризованном или стерилизованном молоке и 0,3 % смыва дрожжей. Смыв дрожжей проводят следующим образом: дрожжи выращивают на косом суловом агаре в бутылках емкостью 0,25 л при 30 °С в течение 2 – 3 суток; смыв производят 10 мл дистиллированной воды.

Смесь ацидофильной палочки и дрожжей выдерживают при (30 – 35) °С в течение 2 суток и затем охлаждают до (6 – 8) °С. Пересадку закваски можно повторять до тех пор, пока она сохраняет свою активность. Кислотность закваски перед ее употреблением должна быть (100 – 120) °Т.

Сахарный сироп готовят следующим образом: сахарный песок растворяют в воде в немного большем количестве, чем по рецептуре для упаривания при варке сиропа, нагревают до кипения и кипятят 15 – 10 мин. Готовность сахарного сиропа определяют по его плотности. При температуре 20 °С сироп с содержанием сахара 65 % должен иметь плотность 1,317 кг/м³. Сахарный сироп фильтруют через 2 слоя марли и охлаждают до (10 – 12) °С.

Для напитка «Прохлада» в осветленную сыворотку вносят сахарный или плодово-ягодный сироп в количестве, предусмотренном рецептурами. Сахарный сироп для напитка «Прохлада» готовят следующим образом: сахарный песок, требуемый по рецептуре, растворяют в таком же количестве осветленной сыворотки, раствор пастеризуют при температуре (93 – 95) °С с выдержкой (5 – 10) мин, и затем охлаждают до температуры (20 – 30) °С и фильтруют.

Сыворотку заквасить закваской, приготовленной на чистых культурах болгарской и ацидофильной палочек и молочных лактозосбраживающих дрожжей в количестве 5 %.

5. Разлить готовый продукт в стерильные колбы, закрыть ватными пробками и поставить в термостат для ферментации: для кваса «Нового» при температуре (25 – 30) °С в течение (14 – 16) ч; для молочного кваса при температуре (25 – 30) °С в течение (12 – 15) ч; для ацидофильно-дрожжевого напитка при температуре (30 – 33) °С в течение (16 – 18) ч; для напитка «Прохлада» при температуре (26 – 28) °С в течение (16 – 18) ч.

При появлении на поверхности сыворотки обильного количества пены в смесь вносят оставшуюся часть расчетного количества сахара-песка. В конце ферментации допускается внесение колера (жженого сахара). Колер готовят путем плавления сахара на огне. При этом сахар расплавляется и карамелизуется (темнеет). Растворяют его в небольшом количестве теплого кваса или смеси перед заквашиванием. К концу сквашивания кислотность ацидофильно-дрожжевого напитка должна составлять (75 – 100) °Т.

При производстве кваса «Нового» по окончании брожения смесь осторожно сливают в другую емкость, оставляя на дне слой дрожжей. В сброженную смесь при постоянном перемешивании вносят оставшуюся часть сахарного сиропа и хлебного экстракта.

6. По окончании ферментации готовый продукт охладить до (6 – 8) °С.

7. При производстве кваса готовый продукт ставят на созревание: для молочного кваса при температуре (4 – 5) °С в течение 24 ч, для ацидофильно-дрожжевого напитка в течение 12 ч.

8. Определить физико-химические показатели готового продукта и сравнить их с показателями, нормируемыми технической документацией (таблица 4.2.)

Таблица 4.2 – Физико-химические показатели напитков из осветленной ферментированной сыворотки

Наименование напитка	Показатели и нормы		
	кислотность, °Т	плотность по сахариметру, %	содержание спирта, %
Квас «Новый»	80...90	11,5	0,4...1,0
Квас молочный	80...100	11,0	0,4...1,0
Ацидофильно-дрожжевой напиток	75...100	12,5	0,4...1,0
Напиток "Прохлада"	120	1042...1044	-

9. Заполнить технологический журнал по образцу, данному в приложении 4.

10. Провести органолептическую оценку готового продукта.

Содержание отчета и его форма: отчет по лабораторной работе содержит: название и цель работы, описание методики проведения работы, результаты анализа качества полученного продукта, заполненный технологический журнал (Приложение 4), вывод о соответствии полученного продукта требованиям стандарта.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Дайте характеристику молочнокислым бактериям, применяемым для производства ферментированных напитков из молочной сыворотки.

2. Какие виды дрожжей используют для производства напитков из сыворотки, дайте им общую характеристику.

3. Способы выделения сывороточных белков.

4. Какие способы выделения сывороточных белков применяют при производстве напитков?

4. Как проводится купажирование сывороточных напитков?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ ИЗ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА И ПАХТЫ

Цель и содержание: закрепление студентами теоретических знаний по производству напитков из вторичного молочного сырья, получение практических навыков по составлению рецептур на напитки и расчету необходимых компонентов, ведению технологического процесса, заполнению технологического журнала.

Теоретическое обоснование

Для производства напитков из обезжиренного молока используют обезжиренное молоко, соответствующее требованиям ГОСТ 31658-2012 «Молоко обезжиренное – сырье. Технические условия». Физико-химические показатели на обезжиренное молоко представлены в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Физико-химические показатели обезжиренного молока

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 ³ , не менее	1030,0

Для изготовления молока обезжиренного - сырья применяют молоко коровье не ниже второго сорта по ГОСТ 13264.

Технология неферментированных напитков из вторичного молочного сырья проста, не требует специального оборудования, легко осуществима на любом молочном заводе. Технологический процесс производства напитков осуществляется в следующей последовательности:

- приемка и подготовка сырья;
- пастеризация и охлаждение;
- внесение пищевых добавок и сахарного сиропа;
- пастеризация и охлаждение смеси;
- внесение ароматизатора (при необходимости);
- розлив, упаковка, маркировка и доохлаждение готового напитка.

Технологический процесс производства кисломолочных напитков резервуарным способом осуществляется в следующей последовательности:

- приемка и подготовка сырья;
- нормализация (при производстве низкожирных и маложирных напитков);
- гомогенизация (при производстве низкожирных и маложирных напитков);
- пастеризация и охлаждение до температуры сквашивания;
- сквашивание
- внесение наполнителей (при необходимости)
- розлив, упаковка, маркировка и доохлаждение готового напитка.

Внесение компонентов в молочное сырье при производстве напитков

Если по рецептуре необходимо внести сахар-песок, то его вносят в сухом виде или в виде сахарного сиропа.

Для приготовления сиропа сахар-песок предварительно просеивают и, в количестве предусмотренном рецептурой, вносят в открытую емкость с рубашкой, добавляют питьевую воду (допускается использование молочной сыворотки) и смесь нагревают до 90...95 °С. раствор перемешивают и выдерживают до полного осветления сиропа. Готовый сироп должен содержать 66 % сахарозы и иметь плотность 1332,4 кг/м³.

В качестве наполнителей при производстве напитков из обезжиренного молока могут быть использованы: сахароза, кофе, какао, витамины.

В качестве наполнителей при производстве напитков из молочной сыворотки могут быть использованы: сахароза, сиропы, соки плодово-ягодные, ароматизаторы, красители.

Наполнители должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации на эти продукты.

В пастеризованное молочное сырье вносят сахарный сироп и компоненты согласно рецептуре. Смесь тщательно перемешивают и направляют на пастеризацию. Пастеризуют готовую

смесь при температуре 70 °С с выдержкой 10...15 минут, а затем охлаждают до температуры 23...27 °С, при необходимости вносят ароматизатор, тщательно перемешивают в течение 10...15 минут и подают на розлив. Готовый продукт фасуют в бумажные пакеты, полиэтиленовые мешки, молочные фляги, а также в цистерны-полуприцепы. Хранят напитки при температуре 4...8 °С. Сроки хранения зависят от вида напитков и могут колебаться от 36 часов до 8 суток. Особенности технологии отдельных видов напитков приведены ниже.

При выработке кисломолочных напитков с наполнителями подготовленные наполнители вносят в охлажденный до 25...30 °С сгусток или полностью охлажденный (6 °С) сгусток. Смесь перемешивают и подают на розлив. Перед фасовкой кисломолочные напитки перемешивают в течение 3...5 мин. Хранят напитки при температуре не выше 6 °С не более 36 ч.

Аппаратура и материалы:

Приборы и оборудование: электрическая плитка, весы, титровальная установка; термометр спиртовой или ртутный со шкалой 0 – 100 °С, ареометр типа АМ или АМТ для молока.

Реактивы и материалы – фенолфталеина 0,1%-й спиртовой раствор; 0,1н раствор гидроксида натрия; 2,5%-й раствор сульфата кобальта; сыворотка молочная по 350 мл на 1 бригаду, обезжиренное молоко по 350 мл на 1 бригаду, сахар, сахарозаменители, сиропы (3 вида).

Посуда – кастрюли пищевые емкостью 1 дм³, ложки пищевые для перемешивания, бюксы металлические емкостью 100 см³ (для приготовления сахарного сиропа), колбы конические вместимостью 250 – 300 см³, пипетки на 10 см³, бюретки стеклянные на 25 см³ с ценой деления 0,1 см³, цилиндры вместимостью 250 см³

Методика и порядок выполнения работы

1. Составить технологическую блок-схему производства напитков из вторичного молочного сырья.
2. Определить показатели качества сырья (титруемую кислотность, плотность), его массу.
- 2. Вторичное молочное сырье пастеризовать при температуре 85-95 °С с выдержкой 1-2 с или без выдержки.
3. Рассчитать количество компонентов смеси напитков по рецептурам, приведенным в приложениях 2 и 3.

Сахар-песок вносят в виде сиропа с концентрацией сухих веществ 80 %. Сироп готовится в следующей последовательности: к 4 частям сахарного песка добавляется 1 часть воды, смесь нагревается до кипения, выдерживается в течение (3 – 4) мин, фильтруется и переносится в сыворотку или обезжиренное молоко.

4. В пастеризованное сырье вносят сахарный сироп и компоненты согласно рецептуре.
5. Смесь тщательно перемешивают и направляют на повторную пастеризацию. при температуре 70 °С с выдержкой 10 – 15 минут, а затем охлаждают до температуры 23 – 27 °С.
6. При необходимости внести ароматизатор, тщательно перемешать в течение 10 – 15 минут
7. Определить физико-химические показатели готового продукта.
8. Заполнить технологический журнал по образцу, данному в приложении 4.
9. Провести органолептическую оценку готового продукта.

Содержание отчета и его форма: отчет по лабораторной работе содержит название и цель работы, описание методики проведения работы, результаты анализа качества полученного продукта, заполненный технологический журнал, вывод о соответствии полученного продукта требованиям стандарта.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Требования ГОСТ 31658-2012 «Молоко обезжиренное – сырье. Технические условия».
2. Технология получения неферментированных напитков из вторичного молочного сырья.
3. Внесение компонентов в молочное сырье при производстве напитков.
4. Биохимические основы производства низколактозных и безлактозных напитков из вторичного молочного сырья.
5. Биохимические процессы при производстве кисломолочных напитков – брожение молочного сахара.

6. Биохимические процессы при производстве кисломолочных напитков – протеолиз белков

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ТВОРОЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА

Цель работы: изучить основные технологические операции и способы производства творога, провести выработку творога в лабораторных условиях и освоить методы контроля качества творога.

Теоретическое положение

Творог – белковый кисломолочный продукт, вырабатываемый из нормализованного или обезжиренного молока посредством выполнения следующих технологических операций.

- Приемка и подготовка (очистка, охлаждение, резервирование) цельного молока.
- Подогрев до температуры 35 – 40 °С и сепарирование цельного молока.
- Пастеризация обезжиренного молока (температура 76 – 80 °С, выдержка 10 – 20 с).
- Охлаждение обезжиренного молока до температуры 28 – 32 °С.
- Заквашивание обезжиренного молока закваской на основе чистых культур мезофильных молочнокислых бактерий (возможно внесение симбиотической закваски на основе культур мезофильных и термофильных бактерий) в количестве 3 – 5 % от массы молочного сырья с последующим внесением раствора хлорида кальция и препарата молокосвертывающего фермента или без внесения хлорида кальция и сычужного фермента.
- Скваживание молочного сырья с образованием сгустка и механическая или термомеханическая обработка творожного сгустка с целью его обезвоживания и стандартизации готового продукта по массовой доле влаги, формирования консистенции творога.
- Охлаждение творога до температуры 8 – 12 °С; при выработке творога из обезжиренного молока – нормализация творога по жиру посредством дозирования сливок (предварительно охлажденных до 6 – 10 °С) или внесение наполнителей.
- Фасование творога во фляги, брикеты, полимерные стаканчики и хранение при температуре не выше 6 °С не более 36 часов с момента окончания технологического процесса.

Технологические способы производства творога классифицируют по следующим признакам.

- по способу нормализации: производство творога из нормализованной смеси и раздельным способом;
- по способу свертывания молока: кислотно-сычужный и кислотный способы;
- по способу обезвоживания сгустка: обезвоживание посредством фасования сгустка в мешочки из фильтрующей ткани с последующим самопрессованием, обезвоживание с помощью перфорированных ванн-вставок, обезвоживание на механизированно-поточных линиях (линия Я9-ОПТ).

Аппаратура и материалы:

Приборы и оборудование: прибор Чижовой для определения массовой доли влаги в молочных продуктах, центрифуга, баня водяная, весы, титровальная установка; термометр спиртовой или ртутный со шкалой 0 – 100 °С.

Реактивы и материалы – фенолфталеина 0,1%-й спиртовой раствор; 0,1 н раствор гидроксида натрия; 2,5%-й раствор сульфата кобальта; кислота серная плотностью 1,81 – 1,82 г/см³; спирт изоамиловый; образцы молока цельного и обезжиренного.

Посуда – жиромеры молочные, пробки резиновые для жиромеров, приборы для отмеривания серной кислоты и изоамилового спирта на 10 см³ и 1 см³, колбы конические вместимостью 150 – 200 см³, пипетки на 10,77 см³ и 10 см³, бюретки стеклянные на 25 см³ с ценой деления 0,1 см³, цилиндры вместимостью 250 см³, воронки, лавсановые фильтры, ступки фарфоровые с пестиками.

Порядок выполнения работы

1. Нормализацию по жиру цельного молока проводят путем смешения с обезжиренным молоком. До проведения нормализации необходимо определить массовую долю жира кислотным методом Герберга в поступившем на переработку молоке. Массовую долю жира в обезжиренном молоке принимают равной 0,05 %.

Массовую долю жира нормализованной смеси определяют по формуле:

$$Ж_{н.см.} = K_n * B_m, \quad (6.1)$$

где: K_n – коэффициент нормализации для творога с массовой долей жира 5 % – 0,25;

B_m – массовая доля белка в цельном молоке, принимаемая равной 3,2 %.

Массы компонентов нормализованной смеси рассчитывают по формулам:

$$M_{ц.м.} = M_{н.см.} * (Ж_{н.см.} - 0,05) / (Ж_{ц.м.} - 0,05) \quad (6.2)$$

$$M_{о.м.} = M_{н.см.} * (Ж_{ц.м.} - Ж_{н.см.}) / (Ж_{ц.м.} - 0,05), \quad (6.3)$$

где $M_{ц.м.}$, $M_{о.м.}$, $M_{н.см.}$ – массы цельного молока, обезжиренного молока, нормализованной смеси соответственно, кг;

$Ж_{ц.м.}$, $Ж_{н.см.}$ – массовая доля жира цельного молока и нормализованной смеси соответственно, %.

Правильность составления нормализованной смеси проверить, определяя массовую долю жира нормализованной смеси кислотным методом Герберга.

2. Нормализованную смесь, предназначенную для выработки творога, пастеризуют при следующих режимах (по заданию преподавателя): температура 74 °С, выдержка 15 – 20 с; температура 78 °С, выдержка 15 – 20 с; температура 82 °С, выдержка 15 – 20 с.

3. Пастеризованную смесь охлаждают до температуры, соответствующей оптимуму развития микроорганизмов, входящих в состав закваски. При использовании закваски на основе мезофильных культур молочнокислых стрептококков температуру заквашивания устанавливают на уровне 28 – 32 °С.

Закваску молочнокислых микроорганизмов вносят в количестве (3 – 5) %. Для восстановления солевого баланса молока вносят 40 %-й раствор хлористого кальция из расчета 400 мг сухой соли на 1 кг молока. Препарат молокосвертывающего фермента вносят в нормализованную смесь в виде 1 %-го раствора из расчета 1 мг фермента на 1 кг молока.

Сквашивание молока проводят до достижения значений титруемой кислотности на уровне 55 – 60 °Т и образования плотного сгустка, образующего на изломе глянцевую поверхность с выделением прозрачной сыворотки.

4. Полученный плотный сгусток аккуратно разрезают на кубики с размером грани около 2 см и после кратковременного выдерживания помещают на фильтрующую ткань.

5. Для определения качества готового продукта полученных образцов контролируют следующие показатели:

- титруемую кислотность титрометрическим методом по ГОСТ 8764-92 применительно к

- творогу и творожным изделиям;

- массовую долю влаги методом высушивания до постоянной массы (на приборе Чижовой);

- органолептические показатели: вкус, цвет, запах, консистенцию.

6. Сравнить полученные органолептические и физико-химические показатели полученного творога с требованиями стандарта на готовый продукт.

Содержание отчета и его форма: отчет по лабораторной работе содержит название и цель работы, описание методики проведения работы, результаты анализа качества полученного продукта, вывод о соответствии полученного продукта требованиям стандарта.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Классификация технологических способов производства творога
2. Общая технологическая схема производства творога сычужно-кислотным и кислотным способами.
3. Технологические особенности производства творога отдельным способом, на поточно-механизированных линиях.
4. Способы нормализации и методика расчета массовой доли жира нормализованной смеси при производстве творога.
5. Методы контроля качества творога и творожных изделий.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ДЕСЕРТОВ ИЗ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Цель занятия: закрепление студентами теоретических знаний по производству десертов из вторичного молочного сырья; получение практических навыков по составлению рецептур и расчету необходимых компонентов; ведению технологического процесса.

Теоретическое обоснование

Десерты вырабатывают из обезжиренного молока, пахты и пастеризованной творожной молочной сыворотки натуральной, концентрированной или сгущенной с добавлением или без добавления творога нежирного, сахара, манной крупы, сиропа плодово-ягодного, стабилизаторов. Продукты этой группы предназначены для непосредственного употребления в пищу.

Основной компонент данной группы продуктов, позволяющий создать необходимую консистенцию продукта – это стабилизаторы.

Загустители и гелеобразователи позволяют получать пищевые продукты с нужной консистенцией, улучшают и сохраняют структуру продуктов, оказывая положительное влияние на вкусовое восприятие.

Загустители — вещества, используемые для повышения вязкости продукта;

Гелеобразователи — соединения, придающие пищевому продукту свойства геля.

Четкое разграничение загустителей и гелеобразователей не всегда возможно.

подавляющее большинство загустителей и гелеобразователей со статусом пищевых добавок относится к классу полисахаридов (гликанов). Исключение желатин, имеющий белковую природу.

В отличие от нативных растительных крахмалов, считающихся пищевыми продуктами, модифицированные крахмалы относятся к пищевым добавкам.

По изменениям, происходящим в нативных крахмалах, можно выделить четыре основных типа модификаций: набухающие крахмалы, расщепленные крахмалы, стабилизированные крахмалы, сшитые крахмалы.

Благодаря таким свойствам модифицированные крахмалы особенно эффективны в пищевых технологиях, включающих продолжительную термическую обработку, интенсивные механические воздействия, а также в технологиях, где требуется пролонгирование процессов набухания крахмальных гранул, повышения вязкости и формирования текстуры.

В группу пищевых добавок целлюлозной природы входят продукты механической и химической модификации и деполимеризации натуральной целлюлозы. Основные технологические функции целлюлозы – эмульгатор и текстуратор, добавка, препятствующая слеживанию и комкованию.

Пектинами называется группа высокомолекулярных гетерогликанов, которые входят в состав клеточных стенок и межклеточных образований высших растений. В настоящее время выпускается несколько видов пектинов, выделяемых из различных источников сырья и различающихся по составу и функциональным свойствам.

Агар (агар-агар) – смесь полисахаридов агарозы и агаропектина. Агар-агар получают из красных морских водорослей. Агар незначительно растворяется в холодной воде, но набухает в ней. В горячей воде он образует коллоидный раствор, который при охлаждении даст хороший прочный гель, обладающий стекловидным изломом. Гелеобразующая способность агара в 10 раз выше, чем у желатина. При нагревании в присутствии кислоты способность к гелеобразованию снижается. Гели стабильны при pH более 4,5 и термообратимы.

Каррагинаны объединяют семейство полисахаридов (известное также под названием ирландский мох), содержащихся, наряду с агаром, в красных морских водорослях. Все виды каррагинанов растворимы в горячей воде, а в виде натриевых солей они растворимы и в холодной воде с образованием вязких растворов.

Желатин является практически единственным гелеобразователем белковой природы, который широко используется в пищевой промышленности. Желатин представляет собой смесь линейных полипептидов с различной молекулярной массой, не имеет вкуса и запаха. Аминокислотный состав желатина включает до 18 аминокислот, в том числе глицин (26 – 31 %), пролин (15 – 18%), гидроксипролин (13 – 15%), глутаминовую кислоту (11 – 12%), аспарагиновую кислоту (6 – 7%), аланин (8 – 11%) и аргинин (8 – 9%).

Желатин получают из коллагена, содержащегося в костях, хрящах и сухожилиях животных. Желатин растворяется в воде, молоке, растворах солей и сахара при температуре выше 40°C. При

охлаждении водного раствора желатина происходит повышение вязкости с переходом в состояние геля. Это золь-гель-переход. Условиями образования геля являются достаточно высокая концентрация желатина и соответствующая температура, которая должна быть ниже точки затвердевания (примерно 30°C).

Механизм образования геля желатином, как и любым другим желирующим агентом, связан с формированием трехмерной сетчатой структуры. При охлаждении сегменты различных полипептидных цепей принимают спиральную конфигурацию. Водородные связи с участием или без участия молекул воды стабилизируют образовавшуюся структуру. Эти связи распределены по всей длине цепи, что объясняет уникальные свойства желатиновых гелей.

Наиболее интересное свойство желатина – это образование термически обратимых гелей. В противоположность полисахаридам гелеобразование желатина не зависит от pH и не требует присутствия других реагентов, например, Сахаров, солей или двухвалентных катионов.

Аппаратура и материалы:

Приборы и оборудование: электрическая плитка, весы, титровальная установка; термометр спиртовой или ртутный со шкалой 0 – 100 °C, ареометр типа АМ или АМТ для молока, термостат.

Реактивы и материалы – фенолфталеина 0,1%-й спиртовой раствор; 0,1н раствор гидроксида натрия; 2,5%-й раствор сульфата кобальта; сыворотка молочная или обезжиренное молоко по 500 см³ на 1 студента, лавсановый фильтр, стабилизаторы (желатин, пектины, крахмал картофельный или кукурузный).

Посуда – кастрюли пищевые емкостью 1 дм³, ложки пищевые для перемешивания, бюксы металлические емкостью 100 см³ (для приготовления сахарного сиропа), колбы конические вместимостью 250 – 300 см³, пипетки на 10 см³, бюретки стеклянные на 25 см³ с ценой деления 0,1 см³, цилиндры вместимостью 250 см³

Методика и порядок выполнения работы

1. Выбрать технологию десерта на основе вторичного молочного сырья (приложение 3).
2. Составить технологическую блок-схему производства десерта.
3. Подготовить стабилизатор
4. Определить показатели качества сырья (титруемую кислотность, плотность), его массу.

Плотность обезжиренного молока должна быть не менее 1029 – 1035 кг/м³, пахты 1027 – 1035 кг/м³, подсырной сыворотки – (1018 – 1027) кг/м³, творожной сыворотки – (1019 – 1026) кг/м³, молочной сыворотки 1018 – 1027 кг/м³. Кислотность подсырной сыворотки должна быть (15 – 25) °Т, творожной сыворотки – (50 – 85) °Т, обезжиренного молока от 16 до 21 °Т.

5. Рассчитать количество компонентов десертов по рецептурам, приведенным в приложении.
6. Провести выработку и органолептическую оценку готового продукта.

Содержание отчета и его форма: отчет по лабораторной работе оформляется в тетради и содержит: дату, название, цель работы, описание методики проведения работы, вывод о соответствии полученного продукта требованиям стандарта.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Назовите пищевые добавки, которые применяют в пищевой промышленности в качестве регуляторов консистенции продукта.
2. Что такое стабилизатор. Принцип его действия.
3. Дайте характеристику стабилизатору, используемого в выбранной технологии десерта.
4. Охарактеризуйте основные технологические операции производства десертов на основе вторичного молочного сырья.

Тема 5. Биотехнология продуктов на основе производных компонентов вторичного молочного сырья

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛАКТУЛОЗЫ НА СЫЧУЖНУЮ СВЕРТЫВАЕМОСТЬ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА

Цель работы: изучить процесс сычужного свертывания и исследовать влияние лактулозы на вязкость сычужного сгустка.

Теоретическое положение

Среди полезных для здоровья продуктов питания особый интерес представляют продукты, обогащенные веществами пребиотического действия. Пребиотики являются функциональными пищевыми ингредиентами, стимулирующими рост и активность полезной микрофлоры толстого кишечника – бифидо- и лактобактерий.

К ним относят целый ряд разнообразных по строению, природе и свойствам веществ, в том числе олигосахариды (олигофруктоза, рафиноза, ксилобиоза, лактулоза) и полиспирты (сорбит, ксилит и др.). Наиболее изученным пребиотиком является лактулоза, которая признана классическим бифидус-фактором.

Молекула лактулозы состоит из остатков галактозы и фруктозы, связанных между собой β -гликозидными связями. Лактулозу получают из молочного сахара – лактозы методом химической модификации. Она представляет собой белое кристаллическое вещество без запаха, сладкое на вкус, хорошо растворимое в воде. Растворимость лактулозы составляет 76,4 % при 30 °С, коэффициент сладости (относительно сахарозы) – 0,48–0,62, калорийность – 3,4 ккал /г.

Механизм лечебного действия лактулозы был раскрыт на основе современных научных представлений о роли бифидобактерий в организме человека и животных. Он заключается в том, что лактулоза не расщепляется в желудке и тонком кишечнике из-за отсутствия необходимых ферментов. Достигая толстого кишечника лактулоза повышает кислотность кишечной микрофлоры, при этом уменьшается рост гнилостных бактерий и соответственно уменьшается свойственное им образование из соединений аммония и аминокислот неионизированного, токсичного для слизистой оболочки аммиака. Неионизированный аммиак переходит в ионизированную, аммонизированную нетоксичную форму, которая не способна проникать через слизистую оболочку в кровеносную систему. Кроме того, лактулоза стимулирует синтез бактериального белка, что также способствует снижению уровня аммиака в кишечной экосистеме.

Лактулоза стимулирует рост не только бифидобактерий, но и молочнокислых бактерий: *Lac. lactis*, *Str. thermophilus*, *Lb. brevis*, *Lb. fermentum*, *Lb. acidophilus* и *Lb. casei*, которые способны вырабатывать β -галактозидазу и расти при низких значениях активной кислотности с постепенной заменой газообразных конечных продуктов метаболизма молочной и уксусной кислотами и уменьшением количества газа.

Такие нежелательные микроорганизмы как *Salmonella*, *Shigella sonnei*, *Proteus*, *Bacteroides* не способны использовать лактулозу. Отдельные штаммы *Bacteroides* и некоторые другие представители кишечной микрофлоры (*Clostridium*, *E. coli*, *Str. faecalis*) могут переваривать лактулозу, однако содержание клостридий в микрофлоре толстой кишки незначительно, а количество бактероидов в присутствии лактулозы уменьшается, что объясняется снижением pH до неблагоприятного для этих микроорганизмов уровня.

Лактулозу применяют в молочной промышленности при производстве ряда продуктов, в т. ч. и кисломолочных. Были проведены комплексные исследования влияния лактулозы на свойства заквасочной микрофлоры для производства кисломолочных продуктов (сметаны, творога, йогурта) *Lac. lactis* spp., *Str. thermophilus* и *Lb. bulgaricus*, *Lactobacillus rhamnosus* и продуктов на их основе (Брацыхина М. А., Рябцева С.А.).

Установлено, что лактулоза способствует формированию молочнокислыми микроорганизмами полисахаридных капсул, увеличению вязкости и улучшению консистенции кисломолочных продуктов.

При изучении влияния лактулозы на структурно-механические свойства сгустка и консистенцию кисломолочных продуктов использовали ротационный вискозиметр «Реотест-2» и вискозиметр «Брукфильд DV-E». Результаты, полученные в ходе исследования, позволили сделать

вывод о том, что внесение лактулозы в количестве (1 – 3) % способствует увеличению значений напряжения сдвига и эффективной вязкости.

Выявлена линейная зависимость между напряжением сдвига, характеризующим вязкость кисломолочных продуктов, и концентрацией в образцах полисахаридов, наибольшее количество которых было отмечено в пробах с 1 и 3 % лактулозы.

Аппаратура, оборудование и материалы:

Аппаратура и оборудование: термостат, электрическая плитка (1 шт.), термометр, титровальная установка, вискозиметр «Брукфильд DV-E»

Реактивы и материалы – пастеризованное молоко (на 1 рабочее место 0,5 см³), закваска мезофильных микроорганизмов, концентрат лактулозы «Нормаза» (производства фирмы «Molteni», Италия), дистиллированная вода, 0,03 % и 0,3 % раствор сычужного фермента, 0,1 н раствор NaOH, 1 % и 2 % спиртовой раствор фенолфталеина, 36 – 40 % раствор формальдегида, 0,25 % раствора сернокислого кобальта, 40 %-ный р-р CaCl₂,

Посуда (на 1 рабочее место) – пробирки стеклянные вместимостью 10 см³ (2 шт.); пипетки стеклянные на 20 см³ (1 шт.), 10 см³ и 2 см³ (1 шт.), химический стакан на 150 – 200 см³ (1 шт.), конические колбы на 200 (1шт.) и 500см³ (1 шт.),

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с целью, содержанием и порядком выполнения работы.
2. Изучить теоретические положения работы.
3. Определить в пастеризованном молоке сыропригодность, титруемую кислотность, массовую долю белка методом формольного титрования.
4. В подогретое до 35 °С пастеризованное молоко внести 0,5 % закваски, 40 %-ный CaCl₂ из расчёта 10 – 15 г сухой соли на 100 дм³ молока.
5. Полученную смесь разделить на 3 части в колбы емкостью 500 см³:
6. 1-я колба – контроль (без лактулозы);
7. 2-я колба – внести 1 % сиропа «Нормаза»;
8. 3-я колба – внести 2 % сиропа «Нормаза».
9. Во все колбы внести 0,3 %-ный раствор сычужного фермента из расчёта 1 см³ на 100 см³ смеси и поставить в термостат при температуре 35 °С.
10. Определить продолжительность образования сгустка и его вязкость на вискозиметре Брукфильда .
11. Заполнить таблицу 8.1.

Таблица 8.1. – Влияние пребиотика лактулозы на сычужную свертываемость молока.

Количество лактулозы, %	Вязкость, сПа	Продолжительность образования сгустка, мин.	Характеристика сгустка
0			
1			
2			

Содержание отчета и его форма: отчет по лабораторной работе содержит: название, цель работы, описание выполненной работы, заполненную таблицу 8.1, вывод по результатам лабораторной работы.

Контрольные вопросы и защиты лабораторной работы

1. Лактулозы – как пребиотический компонент в продуктах питания.
2. Механизм действия лактулозы.
3. Технология функциональных молочных продуктов с лактулозой.
4. Как влияет лактулоза на структурно-механические свойства сгустков.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА БЕЛКОВ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Цель работы: изучить теоретические основы ферментативного гидролиза сывороточных белков препаратами протеолитических ферментов; рассмотреть технологию получения и направления использования гидролизатов белков молока при производстве функциональных продуктов; исследовать влияние процесса электроактивации на активность препаратов панкреатина.

Теоретическое обоснование

Актуальность получения гидролизатов казеина и сывороточных белков молока обусловлена перспективой создания продуктов функционального питания, в том числе молочных, обогащенных незаменимыми нутриентами – аминокислотами. Белки молока являются биологически полноценными, так как содержат незаменимые аминокислоты в соотношениях, близких к шкале «идеального белка» ФАО/ВОЗ.

Проведение направленного гидролиза белков молока с использованием препаратов протеолитических ферментов или биотрансформирующих культур микроорганизмов способствует повышению растворимости молочно-белковых концентратов, а также их усвояемости организмом человека и нормальной кишечной микрофлорой. Значительный интерес представляет разработка технологий молочных продуктов с регулируемым аминокислотным составом за счет введения в рецептуры гидролизатов казеина и сывороточных белков.

Отечественными и зарубежными специалистами исследован процесс гидролиза казеина и белков молочной сыворотки с использованием широкого спектра ферментных препаратов микробного (протоальбин, проторизин, протолецетрин, протофрадин) и животного (панкреатин медицинский и технический, пепсин куриный, трипсин), а также биотрансформирующие культуры микроорганизмов *Thermoactinomyces vulgaris* и *Actinomyces thermovulgaris*. Наиболее высокие значения степени гидролиза сывороточных белков были получены при использовании культур *Thermoactinomyces vulgaris* (88,9 %) и *Actinomyces thermovulgaris* (88,3 %), препаратов трипсина (76,5 %), протофрадина (67,8 %), панкреатина медицинского (67 %).

В зависимости от применяемых ферментных препаратов или различных их комбинаций, а также за счет регулирования температурных режимов гидролиза и его продолжительности можно получить ферментативные препараты казеина и сывороточных белков различного функционального назначения.

Сухие гидролизаты молочных белков (ТУ 92-11371113-02-92) вырабатываются из обезжиренного молока, подсырной сыворотки или их смеси 50 : 50 путем ферментативного гидролиза с помощью панкреатина и выделения пептидной фракции методом ультрафильтрации или нанофильтрации с последующим сгущением в вакуум-выпарной установке и сушкой в распылительной сушилке.

Сухие гидролизаты молочных белков используются в качестве белковой основы для получения продуктов лечебного и профилактического питания детей и взрослых.

Разработаны гидролизаты следующих видов:

1. ГМБ – 1/1, ГМБ -1/2 и ГМБ – 1/3 – с массовой долей аминного азота не более 10% общего азота;
2. ГМБ – 2/1, ГМБ – 2/2 и ГМБ – 2/3 – с массовой долей аминного азота не более 15% общего азота;
3. ГМБ – 3/1, ГМБ – 3/2 и ГМБ – 3/3 – с массовой долей аминного азота не менее 20% общего азота.

В СевКавГТУ была разработана технология сухого гидролизата сывороточных белков молока, получаемого методом ультрафильтрации (ГСБ-УФ). Технологический процесс производства сухого гидролизата сывороточных белков из молочной сыворотки включает следующие операции: сбор молочной сыворотки; отделение жира и казеиновой пыли; электродиализная обработка до уровня деминерализации (80-90) %; пастеризация; сгущение молочной сыворотки методом ультрафильтрации или диафильтрации до массовой доли СВ 20 – 24 %; гидролиз препаратом панкреатина; вакуум – выпаривание до 40 % СВ; распылительная сушка; расфасовка и упаковка.

Аппаратура, оборудование и материалы:

Аппаратура и оборудование – термостат, рН метр,

Реактивы и материалы – молоко, молочная сыворотка (творожная, подсырная), жидкий концентрат сывороточных белков с массовой долей сухих веществ (10 – 15) %, растворы сухого концентрата сывороточных белков с массовой долей сухих веществ (5 – 10) %; панкреатин; 0,01 н и 1 н NaOH; хлороформ; 40 – 45 %-й раствор формалина, 96 %-й этиловый спирт; 1%-й спиртовой раствор фенолфталеина; 0,01 н раствор HCl или H₂SO₄.

Посуда – колбы конические вместимостью 100 см³, пипетки на 1 и 5 см³, бюретки стеклянные на 25 см³ с ценой деления 0,1 см³.

Порядок выполнения работы

Процесс гидролиза концентрата сывороточных белков молока осуществляется по аналогии с гидролизом молока и проходит по следующей схеме:

1. Пастеризация исследуемого объекта.

Пастеризация концентрата сывороточных белков проводится для удаления посторонней микрофлоры и осуществляется при щадящих режимах, во избежание денатурации белков, т.е. при температуре 63 – 65 °С, без выдержки. При использовании молочной сыворотки пастеризацию проводят при температуре 70 – 72 °С, без выдержки. Затем концентрат охлаждается до оптимальной температуры действия фермента, т.е. до 45 – 50 °С.

2. Выставление оптимального значения pH среды.

Гидролиз сывороточных белков проводится протеолитическими ферментами, поэтому перед его внесением необходимо создать pH среды, при котором фермент наиболее активен. Так, для панкреатина $pH_{\text{опт.}} = (8,0 - 8,5)$.

Раскисление проводится 1н NaOH;

3. Внесение фермента.

Для препарата панкреатина квалификации «медицинский» активностью 45 ед./г рекомендовано вносить 0,1 % от объема сырья.

4. Проведение гидролиза.

Перед проведением гидролиза определяют содержание аминного азота методом формольного титрования в исходном сырье и pH молочного сырья. Процесс гидролиза проводят при температуре 45 – 50 °С, в течение 14 – 16 часов. В исходном сырье, в инкубационной смеси через каждый час и по окончании гидролиза определяют концентрацию аминного азота.

6. По результатам исследований строят графики зависимости концентрации аминного азота от продолжительности термостатирования исследуемых образцов. Результаты исследований заносят в таблицу 9.1.

Таблица 9.1 – Результаты исследований процесса ферментативного гидролиза белков молочного сырья

Вид сырья	рН среды	Концентрация аминного азота, мг/100 г				Прирост аминного азота, %
		перед гидро- лизом	Продолжительность гидролиза, ч			
			1	2	3	4
	контроль					
	7,0					
	8,0					
	9,0					

Содержание отчета, форма и правила оформления отчета о выполненной работе: отчет по лабораторной работе содержит название и цель работы, описание процесса гидролиза поэтапно; заполнить табл. 9.1. По результатам работы построить графические зависимости прироста аминного азота от времени термостатирования и сделать вывод о влиянии pH среды на процесс гидролиза.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Классификация протеолитических ферментов.
2. Характеристика ферментных препаратов, используемых для гидролиза пищевых белков.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине «Биотехнология продуктов из вторичного молочного сырья»
для студентов направления подготовки
19.03.01 Биотехнология
Направленность (профиль) Промышленная биотехнология

Ставрополь, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Наименование практических занятий	стр
ТЕМА 1. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ	
Практическое занятие 1. Расчёт энергетической ценности натуральной и сухой молочной сыворотки	33
Практическое занятие 2. Расчёт биологической ценности сывороточных белков	37
ТЕМА 3. БИОХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ИЗ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ	
Практическое занятие 3 Анализ способов производства кисломолочных напитков из обезжиренного молока и пахты	39
Практическое занятие 4. Анализ способов производства кисломолочных напитков из молочной сыворотки	40
Практическое занятие 5. Анализ способов производства десертов на основе вторичного молочного сырья	41
Практическое занятие 6. Разработка микробиологического мониторинга технологического процесса производства кисломолочных продуктов на основе вторичного молочного сырья	41
ТЕМА 4. МИКРОБНЫЙ СИНТЕЗ ПРОДУКТОВ И БАВ НА ОСНОВЕ ЛАКТОЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ	
Практическое занятие 7. Изучение процесса микробного синтеза получения продуктов на основе сбраживания лактозы вторичного молочного сырья	45
Практическое занятие 8. Изучение процесса микробного синтеза получения продуктов на основе окисления лактозы вторичного молочного сырья	50
ТЕМА 5. БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ	
Практическое занятие 9. Анализ способов производства функциональных напитков с лактулозой	53

ТЕМА 1. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. РАСЧЁТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ НАТУРАЛЬНОЙ И СУХОЙ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Цель работы: изучить требования, предъявляемые к натуральной и сухой молочной сыворотке нормативно-техническими документами, и рассчитать их энергетическую ценность.

Теоретическое положение

Согласно Технологическому регламенту Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции (ТР ТС 033/2013) вторичному молочному сырью (ВМС) дано определение: "вторичное молочное сырьё" - побочный продукт переработки молока, молочный продукт, молочный составной продукт, молочносодержащий 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.

Молочная сыворотка, применяемая на пищевых предприятиях, представляет собой продукт, получаемый при производстве творога, сыра, пищевого казеина, молочного белка. На пищевых предприятиях используют:

- сыворотку молочную – подсырную (солёную, несолёную), творожную, казеиновую (ГОСТ Р 53438–2009. Сыворотка молочная. Технические условия);
- сыворотку молочную концентрированную – подсырную, подсырную сброженную, творожную (ТУ 49798–81);
- сыворотку молочную сгущенную – подсырную, подсырную сброженную, творожную (ТУ 49803–81);
- сыворотку молочную сквашенную – подсырную, творожную (ТУ 49718–80);
- сыворотку молочную сгущенную гидролизованную – подсырную, творожную (ТУ 49377–77);
- сыворотку молочную сухую – подсырную, творожную, казеиновую (ГОСТ Р 53492-2009. Сыворотка молочная сухая. Технические условия)

Требования ГОСТ Р 53438–2009 на натуральную молочную сыворотку.

По органолептическим характеристикам сыворотка должна соответствовать требованиям, представленным в таблице 1.1.

Таблица 1.1. – Органолептические показатели натуральной молочной сыворотки

Наименование показателей	Норма для сыворотки			
	подсырной		творожной	казеиновой
	несолёной	солёной		
Внешний вид и консистенция	Однородная жидкость. Допускается наличие белкового осадка			
Цвет	Бледно-зелёный			
Вкус и запах	Свойственный молочной сыворотке, сладковатый	Свойственный молочной сыворотке, солонватый	Свойственный молочной сыворотке, кисловатый	

По физико-химическим показателям должна соответствовать нормам, представленным в таблице 1.2.

Таблица 1.2. – Физико-химические показатели натуральной молочной сыворотки

Наименование показателей	Норма для сыворотки			
	подсырной		творожной	казеиновой
	несоленой	соленой		
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	5,6	7,0	5,5	5,5
Массовая доля лактозы, %, не менее	4,0	4,0	3,5	3,5
Массовая доля хлористого натрия, %, не более	-	1,5	-	-
Кислотность, °Т, не более	20	20	70	75
Температура, °С, не выше	6			

Микробиологические показатели сыворотки не должны превышать норм, рекомендованных и изложенных в таблице 1.3.

Таблица 1.3. – Микробиологические показатели натуральной молочной сыворотки

Наименование показателей		Значения показателя	
		Сыворотка для производства напитков	Сыворотка для производства других пищевых продуктов
Объём продукта (см ³), в котором не допускается	БГКП	0,01	0,001
	Патогенные микроорганизмы (в т.ч. сальмонеллы)	25	

Содержание отдельных компонентов молочной сыворотки в сравнении с цельным молоком и другими видами вторичного молочного сырья (среднестатистические данные, %) приведено в таблице 1.4.

Таблица 1.4. - Содержание отдельных компонентов во вторичном молочном сырье

Компоненты	Цельное молоко	Обезжиренное молоко	Пахта	Молочная сыворотка
Молочный жир	3,6	0,05	0,5	0,2
Белки (азотистые вещества)	3,2	3,2	3,2	0,8
Лактоза	4,7	4,7	4,7	4,7
Минеральные соли	0,7	0,7	0,7	0,6
Сухое вещество	12,5	8,8	9,2	6,3

Требования ГОСТ Р 53492-2009 на молочную сыворотку сухую

По органолептическим характеристикам сыворотка должна соответствовать требованиям, представленным в таблице 1.5.

Таблица 1.5. – Органолептические показатели сухой молочной сыворотки

Наименование показателей	Норма для сыворотки		
	подсырной	творожной	казеиновой
Внешний вид и консистенция	Мелкий порошок или порошок, состоящий из единичных и агломерированных частиц сухой сыворотки. Допускается незначительное количество комочков, рассыпающихся при лёгком механическом воздействии		
Цвет	Белый, белый со светло-жёлтым оттенком		
Вкус и запах	Свойственный молочной сыворотке, сладковатый, солоноватый, кисловатый		

По физико-химическим показателям должна соответствовать нормам, представленным в таблице 1.6.

Таблица 1.6. - Физико-химические показатели сухой молочной сыворотки

Наименование показателей	Норма для сухой сыворотки	
	подсырной	творожной и казеиновой
Массовая доля влаги, %, не более	5,0	5,0
Массовая доля белка, %, не менее	12,0	11,0
Массовая доля лактозы, %, не менее	70,0	61,0
Кислотность сыворотки, восстановленной до массовой доли сухих веществ 6,0 %, °Т, не более	25,0	75,0
Индекс растворимости, см ³ сырого осадка, не более	0,6	0,6
Группа чистоты, не ниже	II	II

Для производства сухой молочной сыворотки используют следующее молочное сырьё:

- молочную сыворотку по ГОСТ Р 53438 несоленую;
- мелкокристаллический пищевой молочный сахар (ТУ 9229-128-04610209-2003. Сахар молочный).

Содержание отдельных компонентов сухой подсырной сыворотки (среднестатистические данные, %) приведено в таблице 1.7.

Таблица 1.7. – Химический состав сухой молочной сыворотки

Наименование продукта	Массовая доля, в %			
	Сухих веществ	Жира	Белка	Углеводов
Сухая подсырная сыворотка	95	1,1	12	73,3

Задание 1. Записать в тетрадь требования стандартов на натуральную и сухую молочную сыворотку.

Задание 2. Рассчитать энергетическую ценность натуральной молочной сыворотки и сравнить её с цельным и обезжиренным молоком.

Энергетическая ценность - это количество энергии, которая образуется при биологическом окислении жиров, белков и углеводов, содержащихся в продуктах. Она выражается в килокалориях (ккал) или килоджоулях (кДж).

Энергия, выделяемая при окислении 1г жиров, равна 9,0 ккал, 1г углеводов - 3,75 ккал, 1г белков - 4,0 ккал, 1 г органических кислот - 3,0 ккал/г, 1 г этилового спирта - 7,0 ккал/г. Для получения энергетической ценности в единицах системы СИ, надо использовать коэффициент пересчета: 1 ккал = 4,184 кДж. Энергетическая ценность продуктов рассчитывается на 100 г съедобной части. Для определения теоретической калорийности необходимо калорийность питательных веществ умножить на процентное содержание соответствующих питательных веществ. Сумма полученных произведений является теоретическую калорийность 100 г продукта. Зная калорийность 100 г продукта, можно определить калорийность любого его количества (300 г, 1 кг и т.д.). Зная теоретическую калорийность, можно найти практическую (фактическую) калорийность путем умножения результата теоретической калорийности на усвояемость в процентах и деления произведения на 100.

Пример расчёта. Определите теоретическую калорийность 1 стакана (200 г) молока коровьего. По таблице химического состава пищевых продуктов находят средний химический состав коровьего молока (в %):

- жира — 3,2;
- белков — 3,5;
- молочного сахара (лактозы) — 4,7;

- золы (минеральных веществ) — 0,7.

Решение.

1. Калорийность жиров в 100 г молока: $9 \cdot 3,2 = 28,8$ ккал
2. Калорийность белков в 100 г молока: $4 \cdot 3,5 = 14,0$ ккал.
3. Калорийность углеводов в 100 г молока: $3,75 \cdot 4,7 = 17,6$ ккал.
4. Теоретическая калорийность 100 г молока будет равна: $28,8 \text{ ккал} + 14,0 \text{ ккал} + 17,6 \text{ ккал} = 60,4$ ккал
5. Теоретическая калорийность 1 стакана (200 г) будет равна: $60,4 \cdot 2 = 120,8 \text{ ккал} = 505,4 \text{ кДж}$
6. Фактическая калорийность 100 г молока составляет: $(28,8 \cdot 94) : 100 + (14,0 \cdot 84,5) : 100 + (17,6 \cdot 95,6) : 100 = 54,73 \text{ ккал} = 229 \text{ кДж}$

Таблица 1.8 – Энергетическая ценность цельного молока, обезжиренного молока и натуральной молочной сыворотки

Макронутриенты	Энергетическая ценность (Э продукта)		
	Цельное молоко	Обезжиренное молоко	Натуральная молочная сыворотка
белки			
жиры			
углеводы			
Суммарное значение			

Содержание отчета и его форма: отчет по практической работе содержит: название и цель работы, требования стандартов на натуральную и сухую молочную сыворотку, расчет энергетической ценности цельного и обезжиренного молока, натуральной молочной сыворотки, заполненную таблицу 1.8, вывод по работе.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Основные направления использования вторичного молочного сырья.
2. Экологические аспекты переработки молочной сыворотки.
3. Основные мероприятия по охране окружающей природной среды.
4. Какие виды молочной сыворотки используют при производстве пищевых продуктов.
5. Требования ГОСТ Р 53438–2009 на натуральную молочную сыворотку.
6. Требования ГОСТ Р 53492-2009 на молочную сыворотку сухую.
7. Энергетическая ценность молочной сыворотки.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2

РАСЧЁТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ

Цель работы: освоить методику расчёта биологической ценности казеина и сывороточных белков

Теоретическое положение

Качество белка (биологическая ценность) зависит от его аминокислотного состава и перевариваемости в пищевом канале. Белок пищевых продуктов под действием ферментов желудка, поджелудочной железы и кишечника расщепляется на свои составные части - аминокислоты, которые затем поступают в кровь и используются для построения белков самого организма.

Незаменимых аминокислот восемь – лизин, метионин, триптофан, фенилаланин, лейцин, изолейцин, треонин, валин. К частично заменимым аминокислотам относят аргинин и гистидин, т.к. в организме они синтезируются довольно медленно. В аргинине и гистидине особенно нуждается молодой организм.

Особо дефицитными являются лизин, метионин и триптофан. Если бы существовал идеальный для человеческого организма белок, то соотношение этих аминокислот в нем был бы такой: 1,0 (триптофан) : 3,5 (метионин) : 5,5 (лизин).

Оценка качества белка определяется наличием в нем наличием полного набора НАК (незаменимых а.к.) в достаточном количестве и в определенном соотношении с заменимыми аминокислорами. Качество белка оценивают с помощью химических и биологических методов. Наиболее часто используются методы определения биологической ценности (БЦ), чистой утилизации белка (ЧУБ), коэффициента эффективности белка (КЭБ) аминокислотного сора.

Биологическая ценность (БЦ) – доля задержки азота в организме от всего всосавшегося азота. Если БЦ = 70 %, то такой белок способен поддерживать рост при достаточном потреблении энергии.

Чистая утилизация белка (ЧУБ) – характеризует не только степень задержки азота в организме, но и количество перевариваемого в ЖКТ белка. Рассчитывается путем умножения БЦ на коэффициент перевариваемости белка.

Коэффициент эффективности белка (КЭБ) биологический метод оценки качества белка состоит в скормлении крысам в течении 4-х дней рациона, содержащего 9 % исследуемого белка по калорийности. Контрольная группа получает рацион, содержащий молочный белок казеин. Оценивается прирост массы тела крысят на 1 г потребленного белка. КЭБ контрольного белка равен 2,5.

Аминокислотный скор. Отсутствие в пище хотя бы одной незаменимой аминокислоты вызывает отрицательный азотистый баланс, нарушение деятельности центральной нервной системы (ЦНС), остановку роста и тяжелые клинические последствия типа авитаминоза. Кроме того, нехватка одной незаменимой аминокислоты приводит к неполному усвоению других. Данная закономерность подчиняется закону Либиха, по которому развитие живых организмов определяется тем незаменимым веществом, которое присутствует в наименьшем количестве.

Кроме того, биологическая ценность белков зависит от степени усвояемости их организмом после переваривания. Степень переваривания, в свою очередь, зависит от структурных особенностей, активности ферментов, глубины гидролиза в ЖКТ и вида предварительной обработки белков.

Зависимость функционирования организма от количества незаменимых аминокислот используется при определении биологической ценности белков химическими методами. Наиболее широко используется метод Х.Митчела и Р.Блока (Mitchell, Block, 1946), в соответствии с которым рассчитывается показатель аминокислотного сора (а.с.).

Задание. Рассчитать биологическую ценность сывороточных белков молочной сыворотки и казеина молока

Биологическая ценность белка по аминокислотному составу может быть оценена при сравнении его с аминокислотным составом «идеального белка». Для взрослого человека в качестве «идеального белка» применяют аминокислотную шкалу комитета ФАО/ВОЗ. В таблице 2.1 приведена аминокислотная шкала для расчета аминокислотного сора и содержание незаменимых аминокислот в сывороточных белках.

Таблица 2.1. Аминокислотная шкала для расчета аминокислотного скор, мг на 1 г белка

Аминокислота	Идеальный белок	Казеин		Сывороточный белок	
Изолейцин	40	61		62	
Лейцин	70	92		123	
Лизин	55	82		91	
Метионин + цистеин	35	31,4	Метионин 28	57	Метионин 23
			Цистеин 3,4		Цистеин 34
Фенилаланин + тирозин	60	113	Фенилаланин 50	82	Фенилаланин 44
			Тирозин 63		Тирозин 38
Треонин	40	49		52	
Триптофан	10	17		22	
Валин	50	72		57	

Расчет аминокислотного скор (АКС) каждой незаменимой аминокислоты проводят по формуле:

$$\text{АКС} = \frac{\text{мг а. к. в 1 г белка}}{\text{мг а. к. в 1 г эталона}} \cdot 100 \%$$

Выполнить расчёты, определить лимитирующую кислоту (ту которой меньше всего в белках) и заполнить таблицу 2.2.

Таблица 2.2. Аминокислотный скор сывороточных белков и казеина молока

Аминокислота	Аминокислотный скор	
	Казеин	Сывороточные белки
Изолейцин		
Лейцин		
Лизин		
Метионин + цистеин		
Фенилаланин + тирозин		
Треонин		
Триптофан		
Валин		
Лимитирующая аминокислота		

Сделать вывод о биологической ценности белков молока.

Содержание отчета и его форма: отчет по практической работе содержит: название и цель работы, заполненную таблицу 2.2, расчеты по аминокислотному скору сывороточных белков и казеина молока. Сделать вывод по таблице 2.2 о сравнении биологической ценности сывороточных белков и казеина.

Контрольные вопросы и защита работы

1. От чего зависит биологическая ценность белка?
2. Какие методы применяют для оценки качества белка?
3. Как рассчитывается аминокислотный скор.
4. Какой вывод можно сделать о биологической ценности казеина и сывороточных белков?

ТЕМА 3. БИОХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ ИЗ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ ИЗ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА И ПАХТЫ

Цель работы: закрепление теоретических знаний по производству напитков из обезжиренного молока и пахты, получение практических навыков по составлению рецептур на напитки и расчету необходимых компонентов.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Изучить требования ГОСТ 31658-2021 «Молоко обезжиренное-сырье». Записать в тетради требования ГОСТа к органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям обезжиренного молока.

Задание 2. Провести анализ литературных и патентных источников по технологии функциональных кисломолочных напитков из обезжиренного молока или пахты. Результаты анализа оформить в виде таблицы 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты анализа литературных и патентных источников по технологии функциональных кисломолочных напитков

Номер патента, название, патентообладатель	Сущность предложенного способа производства

Задание 3. На основе проведенного анализа обосновать выбор кисломолочного напитка с функциональными свойствами из обезжиренного молока или пахты, выбор используемого пребиотика.

Задание 4. Охарактеризовать заквасочную микрофлору, применяемую для выработки кисломолочных напитков из обезжиренного молока или пахты, заполнить таблицу 3.2.

Таблица 3.2. – Характеристика заквасочной микрофлоры

Название микроорганизма	Характеристика заквасочной микрофлоры

Задание 5. Разработать технологическую схему с указанием технологических режимов производства функционального кисломолочного напитка из обезжиренного молока или пахты.

Содержание отчета, форма и правила оформления отчета о выполненной работе

Отчет по лабораторной работе содержит: название; цель работы; требования ГОСТ 31658-2021 «Молоко обезжиренное-сырье» по органолептическим, микробиологическим и физико-химическим показателям по этим видам сырья; заполненные таблицы 3.1 и 3.2; обоснование выбора пребиотика; технологическую схему с указанием технологических режимов производства функционального кисломолочного напитка.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Биоконсервирование вторичного молочного сырья.
2. Преимущества использования молочнокислых микроорганизмов при производстве кисломолочных продуктов.
3. Характеристика метаболитов, продуцируемых молочнокислыми микроорганизмами.
4. Характеристика заквасочной микрофлоры, применяемой для производства кисломолочных напитков из ВМС.
5. Биохимические превращения углеводов в процессе сквашивания.
6. Характеристика напитков, вырабатываемых на основе молочной сыворотки.
7. Характеристика основных технологических операций производства кисломолочных напитков.
8. Биохимические основы производства низколактозных и безлактозных продуктов

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ ИЗ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Цель работы: закрепление теоретических знаний по производству напитков из молочной сыворотки, получение практических навыков по составлению рецептур на напитки и расчету необходимых компонентов.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Изучить требования ГОСТ 34352-2017 «Сыворотка молочная-сырье. Технические условия». Записать в тетради требования ГОСТа к органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям сыворотки.

Задание 2. Провести анализ литературных и патентных источников по технологии функциональных кисломолочных напитков из молочной сыворотки. Результаты анализа оформить в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Результаты анализа литературных и патентных источников по технологии функциональных кисломолочных напитков из молочной сыворотки

Номер патента, название, патентообладатель	Сущность предложенного способа производства

Задание 3. На основе проведенного анализа обосновать выбор кисломолочного напитка с функциональными свойствами из обезжиренного молока или пахты, выбор используемого пребиотика.

Задание 4. Охарактеризовать заквасочную микрофлору, применяемую для выработки кисломолочных напитков из обезжиренного молока или пахты, заполнить таблицу 4.2.

Таблица 4.2. – Характеристика заквасочной микрофлоры

Название микроорганизма	Характеристика заквасочной микрофлоры

Задание 5. Разработать технологическую схему с указанием технологических режимов производства функционального кисломолочного напитка из обезжиренного молока или пахты.

Содержание отчета, форма и правила оформления отчета о выполненной работе

Отчет по лабораторной работе содержит: название; цель работы; требования ГОСТ 34352-2017 «Сыворотка молочная-сырье. Технические условия» по органолептическим, микробиологическим и физико-химическим показателям по этим видам сырья; заполненные таблицы 4.1 и 4.2; обоснование выбора пребиотика; технологическую схему с указанием технологических режимов производства функционального кисломолочного напитка.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Характеристика молочной сыворотки
2. Характеристика напитков, вырабатываемых на основе молочной сыворотки.
3. Характеристика основных технологических операций производства кисломолочных напитков.
4. Биохимические основы производства низколактозных и безлактозных продуктов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ДЕСЕРТОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

Цель работы: закрепление теоретических знаний по производству десертов на основе вторичного молочного сырья, получение практических навыков по составлению рецептов на десерты и расчету необходимых компонентов.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Провести анализ литературных и патентных источников по технологии десертов на основе вторичного молочного сырья. Результаты анализа оформить в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты анализа литературных и патентных источников по технологии функциональных кисломолочных напитков из молочной сыворотки

Номер патента, название, патентообладатель	Сущность предложенного способа производства

Задание 2. На основе проведенного анализа обосновать выбор технологии десерта на основе вторичного молочного сырья.

Задание 3. Разработать технологическую схему с указанием технологических режимов производства десерта на основе вторичного молочного сырья.

Содержание отчета, форма и правила оформления отчета о выполненной работе

Отчет по лабораторной работе содержит: название; цель работы; заполненную таблицу 5.1; технологическую схему с указанием технологических режимов производства десерта на основе вторичного молочного сырья.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Характеристика технологических режимов производства десертов на основе вторичного молочного сырья.
2. Характеристика стабилизаторов, используемых для выработки десертов на основе вторичного молочного сырья.
3. Характеристика стабилизатора, используемого в выбранной технологии десерта.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6.

РАЗРАБОТКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

Цель работы: Изучить основные показатели производственного и микробиологического контроля, предъявляемые к кисломолочным продуктам, научиться составлять технологическую схему продукта с указанием типовых ККТ осуществления производственного и микробиологического контроля и контролируемых в них показателей.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Изучить теоретически материал

Микробиологический мониторинг – это комплексная система наблюдений за состоянием объекта. Цель мониторинга – предупреждение возникновения пороков микробиологического происхождения и обеспечения качества и безопасности готового продукта.

В России документом, определяющим санитарные правила и нормы организации производства на молочном предприятии в настоящее время является Технологический регламент Таможенного союза 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

Для получения молочной продукции с микробиологическими показателями, отвечающими требованиям ТР ТС 033/2013 необходимо определить критические контрольные точки (ККТ) в соответствии с системой качества HACCP (Hazard Analysis by Critical Control Points) на всём протяжении технологического процесса получения продукта, а при производстве кисломолочной

продукции необходимо реализовывать многоуровневую систему, разработанную для ферментированных продуктов.

Сущность системы НАССР заключается в выявлении опасных факторов, влияющих на безопасность производимой продукции. Внедрение этой системы дает возможность предприятию эффективно использовать все технические ресурсы для обеспечения безопасности выпускаемой продукции, начиная от закупки сырья и заканчивая продажей готовой продукции.

Вначале собирается исходная информация, необходимая для разработки системы контроля и анализа опасных факторов в каждой точке производства и реализации любого продукта. Собранная информация позволяет проанализировать вероятные опасные факторы, проранжировать их по приоритетам и ресурсам, идентифицировать точки эффективного управления, сформировать перечень корректирующих воздействий. Проведенное изучение критических контрольных точек при анализе опасного фактора позволяет установить причины, непосредственно влияющие на безопасность продукта. Важным моментом в процессе внедрения системы управления качеством является регистрация и документирование (трассировка процессов), которые используются для подтверждения своевременности действий, предпринятых для обеспечения необходимых мер по сведению к минимуму риска наступления нежелательного события.

В соответствии с этой системой в производственном цикле определяются контрольные точки, то есть такие, где имеется высокая вероятность возникновения потенциально серьезной опасности. Например, соблюдение режимов пастеризации молока (контроль температуры и давления). Известно, что отмирание микроорганизмов под воздействием высоких температур протекает в логарифмическом порядке, т.е. количество и вид микроорганизмов, определяющих бактериальную обсемененность, в начале процесса пастеризации определяет конечное число бактериального загрязнения продукта. Если в исходном материале много спорообразующих микроорганизмов, то обычный режим пастеризации будет недостаточен (при недостаточной пастеризации существует опасность выживания, например, клостридий). Чем выше была первичная обсемененность молока, тем больше вероятность появления пороков в готовом продукте. Поэтому, процесс пастеризации - это критическая контрольная точка технологического процесса производства любого молочного продукта.

Необходимым элементом поддержания системы качества являются внутренние аудиторские проверки. Это может быть и независимый отдел технического контроля и санитарная комиссия, которые по определенному графику проводят обследование всех подразделений предприятия, отслеживая состояние на текущий момент, требуя устранения выявленных недостатков.

План определения ККТ представляет собой документ для конкретного продукта, конкретной технологической линии и является результатом их изучения, выполненного на конкретном производственном участке. Изучение ККТ даст информацию о том, каким образом лучше контролировать имеющиеся опасные факторы. Это гарантирует, что ни одна критическая точка производственной линии не останется без внимания и будут описаны и осуществлены соответствующие меры контроля, внедрены требуемые процедуры мониторинга и системы ведения учета.

Источниками микробиологических заражений в молочной промышленности являются:

- люди (производственный персонал и посетители, находящиеся в производственной зоне);
- животные (грызуны, птицы, летающие и ползающие насекомые, паразиты);
- окружающая среда (одежда, мусор, туалет, цветы и т.д.);
- сырье и добавки (молоко, фрукты, сахар, красители, стабилизаторы и т.д.);
- упаковка;
- производственное и вспомогательное оборудование;
- моющие и дезинфицирующие средства.

Критерии безопасности пищевых продуктов установлены по четырем группам микроорганизмов. Это:

1. Санитарно-показательные микроорганизмы:
 - КМАФАнМ, КОЕ/г (количество аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов);
 - БГКП (коли-формы);
 - энтерококки (*Enterococcus faecalis*)
 - *Enterobacteriaceae*.

2. Условно-патогенные микроорганизмы (потенциально-опасные):

- *Escherichia coli*;
- золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*);
- бициллус цереус (*B.cereus*);
- сульфитредуцирующие клостридии (например, *Cl.perfringens*);
- бактерии рода протей (*Proteus*);

3. Патогенные микроорганизмы:

- сальмонеллы (*Salmonella*);
- листерии (*Listeria monocytogenes*)
- клебсиеллы (*Klebsiella*)

4. Микроорганизмы, характеризующие микробиологическую стабильность (возбудители порчи):

- дрожжи;
- микроскопические грибы (плесени);
- термофильные бактерии.

С целью получения продукта с требуемыми показателями качества и безопасности на всех этапах технологического процесса производства необходимо также соблюдать режимы мойки и дезинфекции оборудования, воздуха, правил гигиены и санитарии.

Задание 2. Изучить требования нормативных документов к показателям качества жидкого кисломолочного продукта (по заданию преподавателя).

Задание 3. Изучить основные этапы и показатели производственного контроля жидких кисломолочных продуктов и напитков.

Контроль технологического процесса производства осуществляется в типовых ККТ (критических контрольных точках) по показателям, приведенным в таблице 6.1.

Таблица 6.1. - Этапы и показатели производственного контроля жидких кисломолочных продуктов и напитков

№ п/п	Наименование этапа	Контролируемые показатели
1	2	3
I	Исходное сырье: молоко обезжиренное, пахта, молочная сыворотка	• органолептические показатели, • массовая доля жира, • титруемая кислотность, • температура, • массовая доля белка, • массовая доля сухих веществ, • масса
II	Охлаждение сырья	• температура
III	Хранение сырья до переработки	• температура, • время, • кислотность
IV	Пастеризация, охлаждение до температуры заквашивания	• температура, • выдержка, • эффективность пастеризации
V	Внесение закваски	• органолептические показатели, • температура, • микропрепарат, • БГКП, • масса
VI	Заквашивание, сквашивание, охлаждение, внесение фруктового наполнителя	• температура, • время, • кислотность, • масса
VII	Фасовка продукта	• масса, • упаковка, маркировка

Задание 4. Изучить микробиологические показатели качества жидких кисломолочных продуктов и напитков.

Жидкие кисломолочные продукты по микробиологическим показателям должны соответствовать требованиям. Технического регламента Таможенного Союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). Допустимые уровни содержания микроорганизмов в жидких кисломолочных продуктах представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2. – Допустимые уровни содержания микроорганизмов в кисломолочных жидких продуктах

Продукт	Молочно-кислые микроорганизмы в 1 см ³ (не менее)	Масса продукта (г, см ³). в которой не допускаются				Дрожжи (Др), плесени (Пл), КОЕ/см ³
		БГКП	патогенные, в т.ч. сальмонеллы	стафилококки S.aureus	листерии L.monocytogenes	
Молочная сыворотка и пахта, в потребительской таре, пастеризованные	1x10 ⁵	0,01	25	1	25	-
Напитки, коктейли, кисели, желе, соусы, кремы, пудинги, муссы, пасты, суфле, произведенные на основе молока, сливок, пахты, сыворотки, пастеризованные	1x10 ⁵	0,1	25	1,0	25	-
Продукты кисломолочные, продукты на их основе, со сроком годности не более 72 ч.:						
а) без компонентов	молочно-кислых микроорганизмов не менее 1 x 10 ⁷	0,01	25	1	-	-
б) с компонентами	молочно-кислых микроорганизмов не менее 1 x 10 ⁷	0,01	25	1	-	-

Задание 5. По одному из жидких кисломолочных продуктов заполнить таблицы 6.3 и 6.4 по нормируемым показателям – органолептическим, физико-химическим и микробиологическим в соответствии с нормативной документацией.

Таблица 6.3 – Органолептические показатели продукта

Наименование показателя	Характеристика показателя
Внешний вид и консистенция	
Цвет	
Вкус и запах	

Таблица 6.4 – Физико-химические и микробиологические показатели качества продукта

Наименование показателя	Значение показателя

Задание 6. Составить технологическую и аппаратурно-процессовую схему производства выбранного продукта.

Задание 7. На аппаратурно-процессовой схеме указать критические контрольные точки (ККТ) осуществления производственного и микробиологического контроля и контролируемых в них показателей.

Содержание отчета и его форма: отчет по практической работе содержит: название и цель работы, требования Технического регламента Таможенного Союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013) по допустимым уровням содержания микроорганизмов в продукте, с которым работал на занятии студент, заполненную таблицу 6.3 и 6.3, технологическую и аппаратурно-процессовую схему производства выбранного продукта с указанием ККТ производственного и микробиологического контроля и контролируемых в них показателей.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Что такое микробиологический мониторинг? Цель микробиологического мониторинга.
2. Какой документ определяет санитарные правила и нормы организации производства на молочном предприятии в России?
3. Система безопасности НАССР.
4. Что из себя представляет план определения ККТ?
5. Критерии безопасности пищевых продуктов.

ТЕМА 4. МИКРОБНЫЙ СИНТЕЗ ПРОДУКТОВ И БАВ НА ОСНОВЕ ЛАКТОЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА МИКРОБНОГО СИНТЕЗА ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ СБРАЖИВАНИЯ ЛАКТОЗЫ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Цель работы: изучить направления биологической обработки молочной сыворотки и биотехнологические аспекты получения целевых продуктов на основе сбраживания лактозы молочного белково-углеводного сырья

Порядок выполнения работы

Задание 1. Изучить теоретический материал

Существует несколько типов брожения лактозы, различающихся исходным продуцентом и составом конечных продуктов. Начальным этапом почти всех типов брожения является расщепление лактозы на глюкозу и галактозу под влиянием фермента лактазы (β -галактозидазы). Далее брожению подвергается глюкоза по гликолитическому пути (рисунок 7.1).

Галактоза сбраживается труднее, обычно при участии уридиндифосфат-глюкозы она переходит в глюкозо-1-фосфат, которая, после изомеризации в глюкозо-6-фосфат, включается в схему превращения глюкозы:

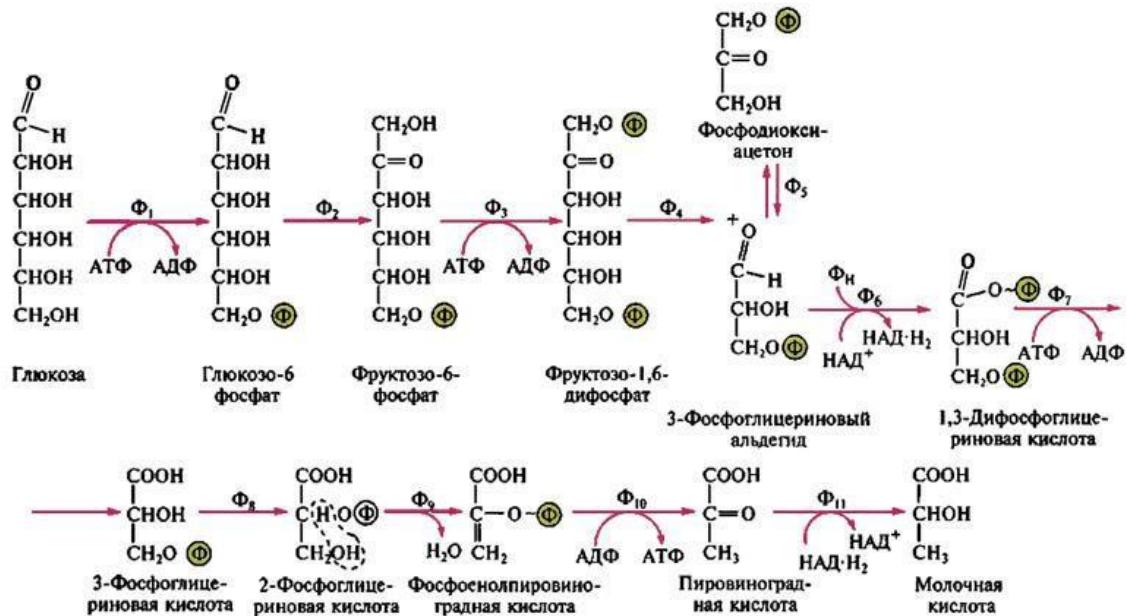
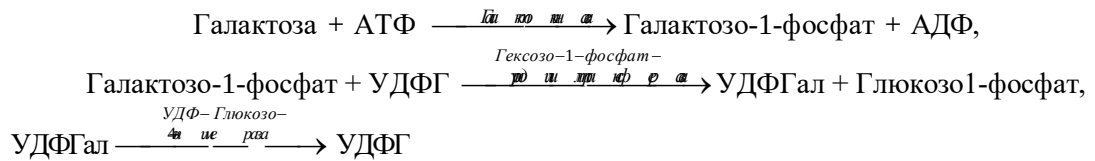


Рисунок 7.1 – Гомоферментативное молочнокислое брожение

Молочнокислое брожение. При молочнокислом брожении применяют гомоферментативные или гетероферментативные молочнокислые микроорганизмы.

Гомоферментативные микроорганизмы сбраживают глюкозу по гликолитическому пути.

Возбудители молочнокислого гомоферментативного брожения:

- *Lac. lactis subsp. lactis* (молочный лактококк), сокращение *Lac. lactis*. Большинство штаммов продуцируют антибиотик низин.

- *Lac. lactis subsp. cremoris* (сливочный лактококк), сокращение *Lac. cremoris*. Образует антибиотик диплококцин.

- *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricum* (болгарская палочка, йогурт, простокваша Мечниковская);

- *Lb. delbrueckii subsp. lactis* (молочная палочка, сыроделие);

- *Lb. delbrueckii subsp. delbrueckii* (палочка дельбруески, сыр);

- *Lb. acidophilum* (ацидофильная палочка, вырабатывает ряд антибиотиков, в т.ч. ацидофилин и лактоцидин способна приживаться в кишечнике и подавлять развитие гнилостных, ацидофильные напитки с лечебно-профилактическим действием);

- *Lb. helveticum* (швейцарская палочка, твердые сыры с высокой температурой второго нагревания).

Str. thermophilus В небольших количествах образует ацетон, промежуточное положение между гомо- и гетероферментативными бактериями,

Гетероферментативное брожение. В основе его вида брожения лежит окисление глюкозы по пентозофосфатному пути.

Возбудители молочнокислого гетероферментативного брожения:

- *Lac. lactis subsp. lactis biovar diacetylactis* (сокращение *Lac. diacetylactis*). Образует диацетил, ацетон и CO₂. Слабый кислотообразователь Кп=70-100°Т.

- бактерии рода *Leuconostoc*:

- *Leu. mesenteroides subsp. cremoris*, сокращение *Leu. cremoris*;

- *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, сокр. *Leu. dextranicum*;
- *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, сокр. *Leu. dextranicum*;
- *Lb. plantarum* (палочка плантарум, образует антибиотик лактолин, угнетающе действует на маслянокислые, применяется в сыроделии)
- *Lb. casei* subsp. *casei*, сокр. *Lb. casei* (сырная палочка, сыры)
- *Lb. casei* subsp. *rhamnosus*, сокр. *Lb. rhamnosus* (палочка рамнозус, сыры, пробиотические продукты)
- *Lb. brevis* и *Lb. fermentum* участвуют в созревании твердых сыров с низкой температурой второго нагревания, некоторые штаммы используются как пробиотики;
- *Lb. kefir* (выделены из кефирных зерен, образуют строму грибка).

Некоторые микроорганизмы могут сбраживать непосредственно лактозу, переводя ее в фосфорные эфиры. Конечными продуктами брожения могут быть молочная, уксусная, пропионовая, масляная кислоты, спирты, ароматические вещества, диоксид углерода и другие соединения.

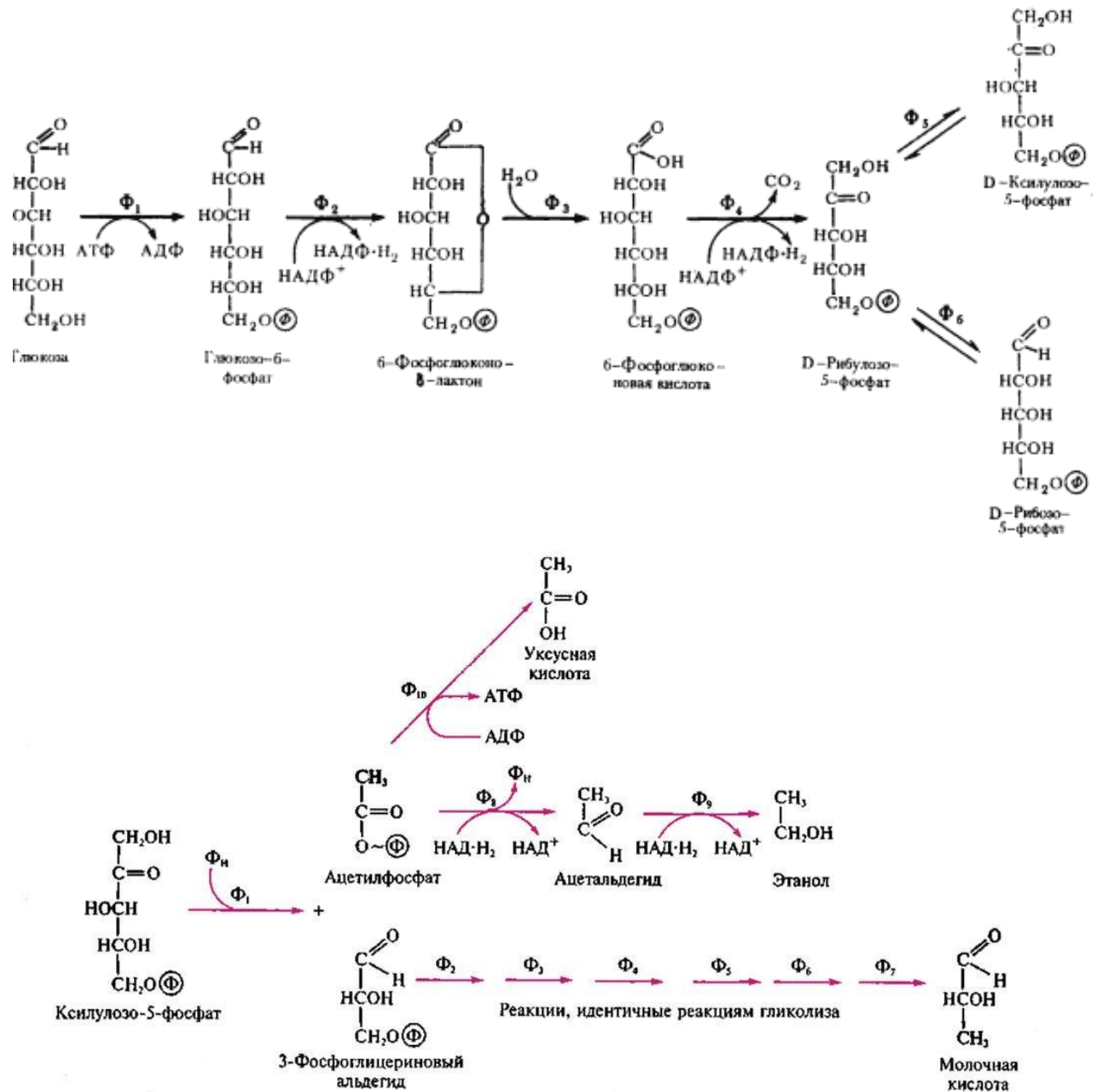


Рисунок 7.2 – Гетероферментативное молочнокислое брожение

Спиртовое брожение

Механизм реакции спиртового брожения чрезвычайно близок к гликолизу. Расхождение начинается после образования ПВК.

Идентифицированы разные виды дрожжей, сбраживающих лактозу: спорообразующие (аскомицеты) *Saccharomyces lactis*, *Fabospora fragilis*, неспорообразующие *Torulopsis kefir*, *Candida lactis*. Они формируют вкус и запах кисломолочных напитков, витаминизируют их. Известно применение дрожжей в маслоделии для подавления посторонней микрофлоры, в слизневых сырах формируют поверхностную слизь (*Candida mycoderma*).

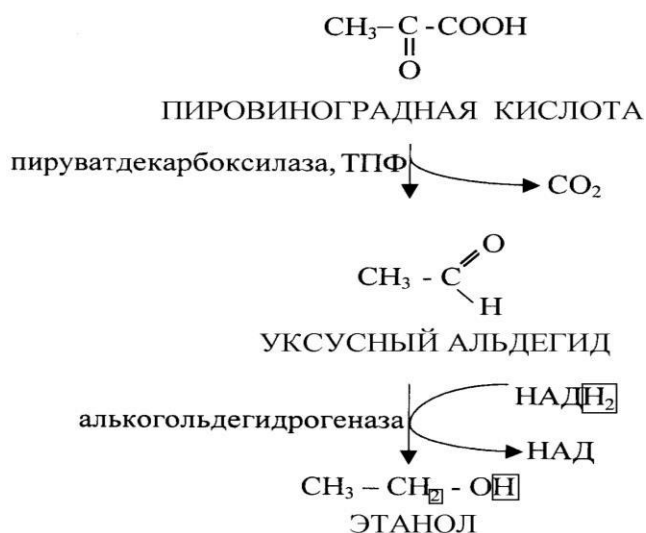


Рисунок 7.3 – Спиртовое брожение

Кроме этанола и диоксида углерода дрожжи могут образовывать в небольшом количестве другие спирты (изобутиловый, пропиловый, глицерин и др.), уксусную, пропионовую, янтарную и молочную кислоты, а также ацетальдегид, ацетоин и диацетил. При совместном культивировании дрожжей и уксуснокислых бактерий, например при использовании кефирных грибов, происходит неполное окисление части накопившегося этанола до уксусной кислоты (с образованием более 5% кислоты):



Микроорганизмы, используемые для получения продуктов на основе брожения при переработки молочной сыворотки, приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1. – Микроорганизмы, используемые для биологической обработки молочной сыворотки (по М.В. Залашко)

Продукты	Продукты
Молочнокислые бактерии	Молочная кислота, лечебно-профилактические пищевые и кормовые продукты, напитки, бакконцентраты, антибиотик низин
Бифидобактерии	Напитки, лечебно-профилактические пищевые и кормовые продукты
Пропионовокислые бактерии (<i>Propionibacterium freudenreichii</i> , <i>P. shermanii</i> , <i>P. acidipropionici</i>)	Пропионовая кислота, уксусная кислота, витамин B ₁₂
Клостридии (<i>Clostridium acetobutylicum</i> Weizmann (палочка Вейцмана))	Растворители, спирты, рибофлавин, масляная кислота
Микроскопические (плесневые) грибы (например, <i>Oidium lactis</i> , <i>Ashbya gossypii</i> , <i>Eremothecium ashbyii</i> и др.)	Белково-витаминные кормовые препараты, ферменты, жир, рибофлавин, каротиноиды, лимонная кислота, антибиотики

Дрожжи (спорообразующие <i>Saccharomyces lactis</i> , <i>Kluyveromyces fragilis</i> , неспорообразующие <i>Torulopsis kefir</i> , <i>Candida lactis</i>)	Белково-витаминные кормовые и пищевые препараты, ферменты, жир, рибофлавин, каротиноиды, этанол, глицерин, лечебно-профилактические и столовые напитки
Уксуснокислые бактерии род <i>Acetobacter</i>	Уксусная кислота, столовый уксус

Задание 2. Изучив теоретический материал заполнить таблицу 7.3.

Таблица 7.3 – Возбудители молочнокислого и спиртового брожения

Возбудители		
Молочнокислого брожения		Спиртового брожения
гомоферментативное	гетероферментативное	

Задание 3. Изучив теоретический материал и данные таблицы 7.2 заполнить таблицу 7.4
Таблица 7.4 – Продукты, полученные на основе брожения лактозы

Продукты, полученные на основе			
Молочнокислого брожения		Спиртового брожения	
продукт	заквасочная микрофлора	продукт	заквасочная микрофлора

Содержание отчета и его форма: отчет по практической работе содержит: название, цель работы, результаты выполнения заданий 2 – 3, вывод по работе о том, какие продукты получают на основе брожения лактозы в лактозосодержащем сырье.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Основные направления переработки молочной сыворотки с использованием методов биологической обработки.
2. Какому превращению подвергается галактоза, полученная в результате расщепления лактозы?
3. Назовите возбудители гомоферментативного процесса брожения.
4. По какому пути проходит процесс гомоферментативного молочнокислого и спиртового брожения?
5. По какому пути проходит процесс гетероферментативного молочнокислого брожения?
6. Назовите возбудители гетероферментативного процесса брожения.
7. Какие продукты получают на основе молочнокислого брожения?
8. Какие продукты получают на основе спиртового брожения?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА МИКРОБНОГО СИНТЕЗА ПОЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ОКИСЛЕНИЯ ЛАКТОЗЫ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

Цель работы: изучить биотехнологические аспекты получения целевых продуктов на основе окисления лактозы молочного белково-углеводного сырья

Порядок выполнения работы

Задание 1. Изучить теоретический материал

Состав и свойства молочной сыворотки, наличие в ней легкоусвояемых источников углеводного питания и прежде всего лактозы, различных ростовых факторов позволяют отнести её к наиболее ценным питательным средам для получения продуктов микробного синтеза. К тому же её применение, особенно в нативном виде после сепарирования с целью удаления молочного жира и т. н. «казеиновой пыли», не требует специальной подготовки. Кроме того, культуральная среда после выращивания в ней микроорганизмов может быть использована в пищевых и кормовых целях практически без обработки, либо с введением наполнителей-обогащителей. В настоящее время в нашей стране и за рубежом накоплен определенный опыт получения производных лактозы в виде промышленных продуктов, в основу которых положена микробная биотехнология

Технология продуктов на основе окисления лактозы молочной сыворотки (лактозосодержащего сырья) может вестись по двум направлениям: обогащение среды продуктами метаболизма микробов и микробный синтез

В первом случае молочная сыворотка используется практически в нативном состоянии, а ее компоненты служат источником углеродного, азотного и фосфорного питания микроорганизмов. В сыворотке общее количество белковых компонентов не увеличивается, но значительно может возрасти количество различных физиологически активных соединений – продуктов метаболизма микроорганизмов (органических кислот, витаминов, бактериоцинов, например, низина).

Во втором случае основной целью является микробный синтез белка, что может быть осуществлено при условии введения в сыворотку минеральных источников азотного питания, которые при использовании в качестве основного источника энергии лактозы трансформируются в белок микробной клетки. Такие препараты могут содержать в несколько раз больше белка, чем в исходной сыворотке, и, кроме того, в значительной степени обогащать ее ценными продуктами метаболизма.

Микробный синтез белка. В настоящее время известны способы синтеза белка на основе молочной сыворотки. путем обогащения её дрожжами и дрожжеподобными организмами, бактериями, микроскопическими грибами, а также смешанными культурами различных микроорганизмов.

Дрожжи, продуценты белка: *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces lactis*, *Candida lactis*, *Saccharomyces delbrueckii*, *Zygosaccharomyces lacti*, *Torulopsis* (*T. sphaerica*, *T. flavescens*, *T. candida*, *T. kefir*, *T. cremoris*, *T. utilis*), *Rhodotorula lactosa*, *Trichosporon*. *Kluyveromyces marxianus* синтезирует большее количество аминокислот, чем многие бактерии, пивные и кормовые дрожжи.

Микроскопические грибы (плесневые грибы), продуценты белка: *Oidium lactis*, *Penicillium roqueforti*, *Zygorhynchus meellery*, *Rhizopus oligosporus* и др.

Наибольшее количество исследований по биосинтезу белка на молочной сыворотке проведено с использованием дрожжей и дрожжеподобных организмов. Выбор дрожжей как продуцентов белковой биомассы основано на:

- большой скорости роста;
- способности к росту в условиях глубинного культивирования;
- нетребовательность к условиям культивирования;
- химический состав дрожжевых клеток.

В процессе роста дрожжей азотосодержащие минеральные соли трансформируются в дрожжевой белок, который близок к белку молока по качественному и количественному составу аминокислот.

В среднем абсолютно сухие дрожжи (АСД) содержат 45 – 55 % белка, 25 – 35% углеводов, 2 – 5% жира и 6 – 8% золы. Основные азотсодержащие соединения в дрожжевых клетках представлены белками, аминокислотами, пуриновыми и пиримидиновыми основаниями. Около

70% общего количества азота дрожжей входит в состав белков, около 8 – 10% приходится на долю пуриновых и около 4% – пиримидиновых оснований. Остальная часть азота содержится в растворимых соединениях, таких, как аминокислоты и нуклеотиды.

На основе окисления лактозы можно получить продукты: белково-витаминные кормовые препараты, напитки алкогольные с использованием дрожжевой закваски (пивоподобные, виноподобные, крепкие напитки и этиловый спирт). Микробный синтез на основе окисления лактозы также применяют для синтеза витаминов, органических кислот, ферментов, микробиологического жира.

Микробный синтез витаминов.

Витамин В₁₂ (цианкобаламин) . Синтезировать витамин В₁₂ способны уксуснокислые бактерии, грибы (актиномицеты *Actinomyces olivaceus*, *A. griseus*) и пропионовокислые бактерии. Наибольшее промышленное значение имеют *Propionibacterium (P. shermanii)* и *Pseudomonas (P. denitrificans)*. Пропионовокислые бактерии в отличие от других микроорганизмов синтезируют витамин В₁₂ с высокой активностью.

Для обогащения кисломолочных продуктов витамином В₁₂ используют пропионовокислые бактерии как в чистом виде, так и в виде концентрата, приготовленного на молочной сыворотке.

Витамин В₂ (рибофлавин). Продуцентами данного витамина являются дрожжи, мицелиальные грибы и бактерии. Рибофлавин получают двумя путями:

- культивирование *Clostridium acetobutlicum* в анаэробных условиях;
- культивирование дрожжевых культур (*Candida curvata* 68) или микроскопических грибов

Eremothecium ashbyii (основной продуцент) или *Ashbya gossypii* в аэробных условиях.

Микробный синтез пищевых органических кислот

Пищевыми кислотами принято называть 4 органические кислоты: лимонную, молочную, уксусную и винную. Иногда к ним причисляют яблочную и глутаминовую. Первые три пищевые кислоты получают с помощью микробного синтеза. Винную кислоту также можно получать этим способом, однако до сих пор эту органическую кислоту выгодно получать химическим путем из винного камня.

Для получения **лимонной кислоты** используют микроскопические грибы родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Ustina* и др. В настоящее время основными продуцентами лимонной кислоты являются различные штаммы гриба *Aspergillus niger*, которые отличаются большой скоростью роста, легкостью культивирования и высоким выходом лимонной кислоты по отношению к массе окисляемого углевода. Для получения лимонной кислоты в промышленных масштабах используют глюкозо- и сахарозосодержащее сырье, в основном, мелассу. Существуют способы получения лимонной кислоты на молочной сыворотке. При этом используют продуцент *Aspergillus niger* (штамм Л-1 и № 82), которые обладают высокой β-галактозидазной активностью.

Молочная кислота. Продуцентами молочной кислоты из лактозы являются гомоферментативные молочнокислые бактерии (активные кислотообразователи). При их подборе исходят из следующих требований: обеспечение быстрого сбраживания лактозы, устойчивость к молочной кислоте, высокий температурный оптимум. На практике, для получения молочной кислоты в основном применяют *L.*, которая обеспечивает превращение до 95 % лактозы молочной сыворотки в молочную кислоту.

Микробный синтез ферментов

Ферментные препараты микроорганизмов могут быть получены из мицелия, бактериальной или дрожжевой биомассы и культуральной жидкости. Многие ферменты переходят в культуральную жидкость в результате автолиза клеток.

Продуценты β-галактозидазы: дрожжи *Fabospora (Sacchoromyces) fragilis*, плесневые грибы *Aspergillus foetidus*. Дрожжи *Fabospora fragilis*, обладая высокой β-галактозидазной активностью, хорошо развиваются на средах, где лактоза является единственным источником углеродного питания и энергии, таким образом молочная сыворотка – прекрасная естественная среда для культивирования продуцента фермента. Препараты дрожжевой β-галактозидазы можно получить не только из экстрактов клеток, но и из культуральной жидкости.

Продуценты комплекса пектолитических ферментов: плесневые грибы *Sclerotinia sclerotiorum*, *Aspergillus awamori*.

Продуцент комплекса целлюлолитических ферментов и амилаз: плесневой гриб *Trichoderma lignorum* 534.

Микробный синтез микробиологического жира

В производстве, где главным, целевым продуктом являются микробиологического жира (микробные липиды), в качестве продуцентов используют:

- дрожжи родов *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Lypomyces*, *Candida*. Среди этой группы дрожжей наибольшей продуктивностью обладают следующие виды: *Cryptococcus terricolus*, *Rhodotorula gracilis*, *R. glutinis*, *Lypomyces starkeyi*, *L. lipoferus*, *Candida humicola* 6 и др. ;
- микроскопические грибы *Oidium lactis* (*Geotrichum candidum*), *Oospora wallroth*, *Aspergillus ustus*, *Penicillium oxalicum*, *P. frequentans*, *P. notatum*. Наилучшие результаты получены при использовании *Aspergillus ustus*, который в условиях глубинного культивирования при добавлении к среде нитрата аммония использовали 96 % лактозы и накапливали 17 г биомассы, содержащей 13 % белка и 28 % жира на 1 дм³ молочной сыворотки.

В липидную фракцию входят фосфолипиды, стерины, свободные жирные кислоты, моно-, ди- и триглицериды, стериновые эфиры и воски. Липиды извлекают экстракцией, а оставшуюся биомассу используют как белковую добавку в корма животных, однако содержание белка в ней в 1,5-2,0 раза меньше, чем в обычных кормовых дрожжах.

Получение производных лактозы путем микробиологического окисления. При мягком окислении альдегидной группы в молекуле лактозы образуется лактобионовая кислота. Различные бактерии рода *Pseudomonas* могут образовывать эту кислоту ферментативным путем из лактозы. Этой способностью обладают следующие виды бактерий: *Ps. graveoleus*, *Ps. fragi*, *Ps. putida*, *Ps. mucidolens*, *Ps. tnyoxogenes*, *Ps. aeruginosa*, *Ps. pavonaceae*, *Ps. putrefaciens*, *Ps. fluorescens*, *Ps. shloroaphis* и *Ps. synyanea*.

Задание 2. Изучив теоретический материал заполнить таблицу 8.1 и схему 8.1.

Таблица 8.1 – Микробный синтез на основе молочной сыворотки

Микробный синтез на основе окисления лактозы	
Продукты	Продуценты

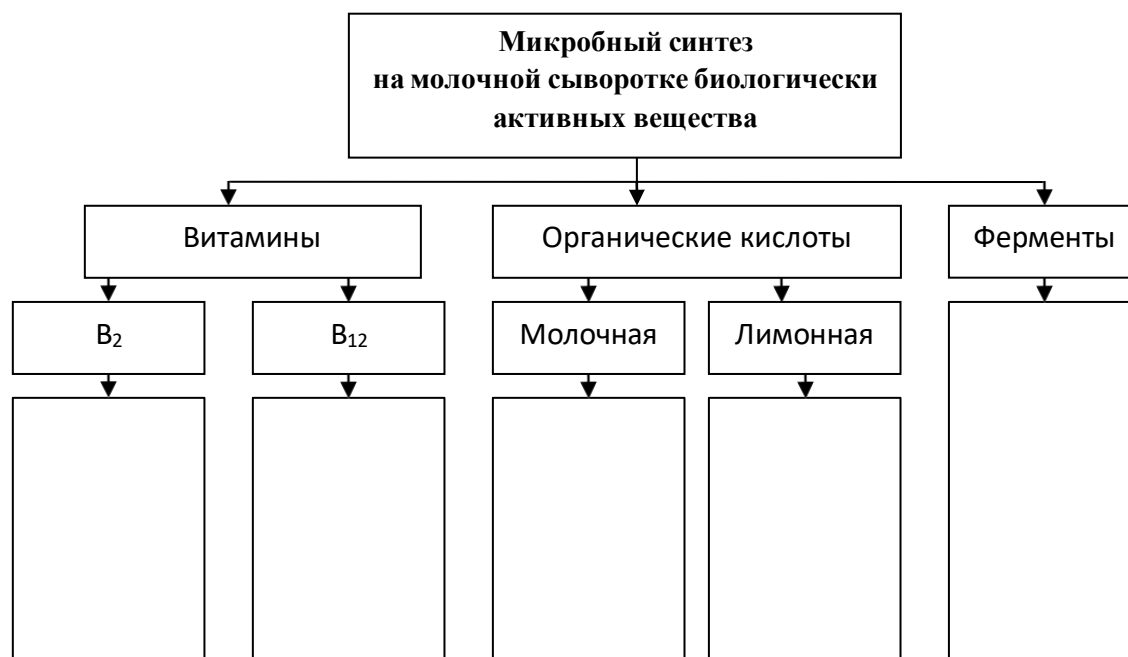


Схема 8.1 – Продуценты микробного синтеза БАВ на основе молочной сыворотки

Содержание отчета и его форма: отчет по практической работе содержит: название, цель работы, заполненную таблицу 10.1 и схему 10.1, вывод по работе о том, какие продукты получают на основе окисления лактозы в лактозосодержащем сырье.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Какие продукты можно получить на основе микробного синтеза при окислении лактозы?
2. Микробный синтез белково-витаминных препаратов.
3. Микробный синтез органических кислот.
4. Микробный синтез витаминов.
5. Микробный синтез микробиологического жира.

ТЕМА 5. БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9 АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ С ЛАКТУЛОЗОЙ

Цель работы: закрепление практических навыков проведения маркетинговых исследований по современным направлениям производства функциональных напитков с лактулозой.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Изучить теоретический материал

Среди полезных для здоровья продуктов питания особый интерес представляют продукты, обогащенные веществами пребиотического действия. Пребиотики являются функциональными пищевыми ингредиентами, стимулирующими рост и активность полезной микрофлоры толстого кишечника – бифидо- и лактобактерий.

К ним относят целый ряд разнообразных по строению, природе и свойствам веществ, в том числе олигосахариды (олигофруктоза, рафиноза, ксилобиоза, лактулоза) и полиспирты (сорбит, ксилит и др.). Наиболее изученным пребиотиком является лактулоза, которая признана классическим бифидус-фактором.

Молекула лактулозы состоит из остатков галактозы и фруктозы, связанных между собой β -гликозидными связями. Лактулозу получают из молочного сахара – лактозы методом химической модификации. Она представляет собой белое кристаллическое вещество без запаха, сладкое на вкус, хорошо растворимое в воде. Растворимость лактулозы составляет 76,4 % при 30 °С, коэффициент сладости (относительно сахарозы) – 0,48–0,62, калорийность – 3,4 ккал /г.

Механизм лечебного действия лактулозы был раскрыт на основе современных научных представлений о роли бифидобактерий в организме человека и животных. Он заключается в том, что лактулоза не расщепляется в желудке и тонком кишечнике из-за отсутствия необходимых ферментов. Достигая толстого кишечника лактулоза повышает кислотность кишечной микрофлоры, при этом уменьшается рост гнилостных бактерий и соответственно уменьшается свойственное им образование из соединений аммония и аминокислот неионизированного, токсичного для слизистой оболочки аммиака. Неионизированный аммиак переходит в ионизированную, аммонизированную нетоксичную форму, которая не способна проникать через слизистую оболочку в кровеносную систему. Кроме того, лактулоза стимулирует синтез бактериального белка, что также способствует снижению уровня аммиака в кишечной экосистеме.

Лактулоза стимулирует рост не только бифидобактерий, но и молочнокислых бактерий: *Lac. lactis*, *Str. thermophilus*, *Lb. brevis*, *Lb. fermentum*, *Lb. acidophilus* и *Lb. casei*, которые способны вырабатывать β -галактозидазу и расти при низких значениях активной кислотности с постепенной заменой газообразных конечных продуктов метаболизма молочной и уксусной кислотами и уменьшением количества газа.

Такие нежелательные микроорганизмы как *Salmonella*, *Shigella sonnei*, *Proteus*, *Bacteroides* не способны использовать лактулозу. Отдельные штаммы *Bacteroides* и некоторые другие представители кишечной микрофлоры (*Clostridium*, *E. coli*, *Str. faecalis*) могут переваривать лактулозу, однако содержание клостридий в микрофлоре толстой кишки незначительно, а количество бациллоидов в присутствии лактулозы уменьшается, что объясняется снижением pH до неблагоприятного для этих микроорганизмов уровня.

Лактулозу применяют в молочной промышленности при производстве ряда продуктов, в т. ч. и кисломолочных. Были проведены комплексные исследования влияния лактулозы на

свойства заквасочной микрофлоры для производства кисломолочных продуктов (сметаны, творога, йогурта) *Lac.lactis spp.*, *Str. thermophilus* и *Lb.bulgaricus*, *Lactobacillus rhamnosus rhamnosus* и продуктов на их основе (Брацыхина М. А., Рябцева С.А.).

Установлено, что лактулоза способствует формированию молочнокислыми микроорганизмами полисахаридных капсул, увеличению вязкости и улучшению консистенции кисломолочных продуктов.

Задание 2. Опишите механизм лечебного действия лактулозы.

Задание 3. Провести анализ литературных и патентных источников по технологии по современным направлениям производства функциональных напитков на основе вторичного молочного сырья с лактулозой. Результаты анализа оформить в виде таблицы 9.1.

Таблица 9.1 – Результаты анализа литературных и патентных источников

Номер патента, название, патентообладатель	Сущность предложенного способа производства

Задание 4. На основе проведенного анализа обосновать выбор напитков на основе вторичного молочного сырья с лактулозой.

Задание 5. Разработать технологическую схему с указанием технологических режимов производства напитков на основе вторичного молочного сырья с лактулозой.

Содержание отчета, форма и правила оформления отчета о выполненной работе

Отчет по лабораторной работе содержит: название; цель работы; описание способ получения лактулозы; заполненную таблицу 9.1; технологическую схему с указанием технологических режимов производства напитков на основе вторичного молочного сырья с лактулозой.

Контрольные вопросы и защита работы

1. Лактулозы – как пребиотический компонент в продуктах питания.
2. Механизм действия лактулозы.
3. Технология функциональных молочных продуктов с лактулозой.
4. Как влияет лактулоза на структурно-механические свойства сгустков.
5. Современные направления производства функциональных напитков на основе вторичного молочного сырья с лактулозой.
6. Технология функционального напитка на основе вторичного молочного сырья с лактулозой.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для обучающихся по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «Биотехнология продуктов из вторичного молочного сырья»
для студентов направления подготовки 19.03.01 Биотехнология (направленность (профиль)
Промышленная биотехнология

Ставрополь, 2025

Методические указания разработаны в соответствии с программой дисциплины «Биотехнология продуктов из вторичного молочного сырья» для студентов направления подготовки 19.03.01 Биотехнология (направленность(профиль) Промышленная биотехнология).

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	56
1	Общая характеристика самостоятельной работы	57
2	План – график выполнения самостоятельной работы	59
3	Контрольные точки и виды отчетности по ним	59
4	Методические рекомендации по изучению теоретического материала	59
5	Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам и практическим занятиям	61
6	Методические рекомендации к написанию контрольной работы	61
7	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	63

Введение

В настоящее время перед высшей школой ставится задача подготовки высококвалифицированных, творчески мыслящих специалистов, способных к самообразованию и быстрой адаптации к меняющимся условиям производства в период становления и функционирования рыночной экономики. Важное место в повышении уровня подготовки и развития творческих способностей, будущих специалистов, занимает система самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов - это планируемая познавательная, организационно и методически направленная их деятельность, осуществляемая без непосредственной помощи преподавателя, организуемая на достижение конкретного результата.

Система внеаудиторной самостоятельной работы студентов в университете включает подготовку к практическим занятиям и самостоятельное изучение дополнительного материала.

Учебные планы предусматривают выделение на самостоятельную работу студентов 40 - 50% времени, предназначенного для теоретического изучения дисциплины. Для успешной самостоятельной работы студент должен иметь определенный минимум, который он приобретет в результате аудиторных занятий. Условиями успешной самостоятельной работы являются: наличие методической базы, консультации, учет и контроль результатов. Самостоятельная работа студентов должна планироваться в строгом учете с аудиторной работой, с учетом трудоемкости по каждой дисциплине, но при строгом соблюдении 54 часовой недельной нагрузки. Процесс самообразования - это необходимость современного человека. Без овладения культурой умственного труда, без освоения методов самообразования трудно рассчитывать на успехи в овладении той или иной дисциплиной.

Умению учиться обязывают нас современные достижения в развитии техники и технологий производства сельскохозяйственной и промышленной продукции, в экономике, духовной жизни, культуре и т.д. Без умения самостоятельно учиться, специалист любой сферы народного хозяйства обречен на отставание в познании своей профессии, в практическом ее применении. Умение учиться - это прежде всего работать эффективно, добиваться с меньшей затратой духовных и физических сил больших результатов.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Цель освоения дисциплины «Биотехнология продуктов из вторичного молочного сырья» – формирование набора профессиональных компетенций студентов по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология», изучение экологических и экономических аспектов по переработке вторичного молочного сырья, биотехнологических процессов его переработки на целевые продукты.

Задачи освоения дисциплины:

- изучение физико-химических, биохимических и функционально-технологических свойств основных компонентов вторичного молочного сырья, биотехнологических превращениях сырья в процессе производства;

- изучение теоретических основ получения продуктов на основе современных способов обработки сырья;

- усвоение основных теоретических и практических положений дисциплины, как инструмента решения практических задач и научных исследований.

Дисциплина «Биотехнология продуктов из вторичного молочного сырья» относится к вариативной части дисциплин по выбору. Ее освоение происходит в 7 семестре.

В результате освоения данной дисциплины формируются следующие индикаторы компетенций у обучающегося:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 – способность участвовать в разработке и проектировании технологических процессов согласно принятой в организации технологии производства пищевой и биотехнологической продукции с использованием современных систем автоматизированного проектирования	ИД-2 ПК-1 Имеет представление об основе технологии производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Знает прогрессивные технологии производства биотехнологической и пищевой продукции. Умеет применять знания по прогрессивным технологиям производства биотехнологической и пищевой продукции при выполнении практических и лабораторных работ. Владеет навыками применять знания по прогрессивным технологиям производства биотехнологической и пищевой продукции при моделировании технологических процессов
	ИД-3 ПК-1 Может осуществлять входной и технологический контроль качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции для организации рационального ведения технологического процесса производства в целях разработки мероприятий по повышению эффективности производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Знает методы анализа для проведения входного и технологического контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции Умеет осуществлять входной и технологический контроль качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции для организации рационального ведения технологического процесса производства. Владеет навыками разработки

		мероприятий по повышению эффективности производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности
ПК-2 способностью к реализации биотехнологических процессов в соответствии с технологическим регламентом и использованием средств измерения основных параметров, методов контроля свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции	ИД-1 ПК-2 Имеет представление о методах планирования, контроля и оценки качества выполнения технологических операций производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в соответствии с технологическими инструкциями ИД-2 ПК-2 Способен анализировать свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции, ресурсосбережение, эффективность и надежность процессов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности	Знает методологию планирования, контроля и оценки качества выполнения технологических операций производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности. Умеет моделировать технологические процессы производства продукции из вторичного молочного сырья в соответствии с технологическими инструкциями и использованием средств измерения основных параметров. Владеет навыками моделирования технологических процессов производства продукции из вторичного молочного сырья в соответствии с технологическими инструкциями и использованием средств измерения основных параметров, Знает свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции. Умеет анализировать свойства сырья и полуфабрикатов, влияющих на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции. Владеет навыками анализа свойств сырья и полуфабрикатов, влияющих на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции

Самостоятельная работа по дисциплине «Биотехнология продуктов из вторичного молочного сырья» выполняется с целью получения и закрепления знаний, приобретенных при изучении теоретического материала.

2. ПЛАН – ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Виды и содержание самостоятельной работы студента; формы контроля и сроки сдачи.

Технологическая карта самостоятельной работы студента:

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
7 семестр					
ПК-2 ИД-1 ПК-2 ИД-2 ПК-2 ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1	Подготовка к лабораторной работе	конспект	2.80	0.20	3.00
ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1	Подготовка к практической работе	конспект	5.00	0.50	5.50
ПК-1 ИД-2 ПК-1 ИД-3 ПК-1	Изучение литературы	конспект	4.50	0.50	5.00
Итого за 7 семестр					13.5
Итого					13.5

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ТОЧКИ И ВИДЫ ОТЧЕТНОСТИ ПО НИМ

Контроль качества и сроков самостоятельной работы выполняется в соответствии с учебным графиком и оформляется в соответствии с заданием.

Рейтинговая система оценки не предусмотрена для студентов, обучающихся на образовательных программах уровня высшего образования бакалавриата.

Промежуточная аттестация в форме **дифференцированного зачета**. Процедура дифференцированного зачета, как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

При изучении дисциплины «Биотехнология продуктов из вторичного молочного сырья» предусмотрено изучение теоретического материала из курса лекций и других рекомендуемых источников при подготовке к лекциям, самостоятельному изучению литературы.

Все типы заданий, выполняемых студентами, в том числе в процессе самостоятельной работы, так или иначе, содержат установку на приобретение и закрепление определенного объема знаний, а также на формирование в рамках этих знаний некоторых навыков мыслительных операций - умения оценивать, анализировать, сравнивать, комментировать и т.д.

Важной составляющей самостоятельной внеаудиторной подготовки является работа с литературой ко всем видам занятий: практическим, собеседованию, написанию доклада. Умение работать с литературой означает научиться осмысленно пользоваться источниками. Прежде чем приступить к освоению научной литературы, рекомендуется чтение учебников и учебных пособий.

В процессе изучения теоретического материала студент должен изучить и законспектировать ответы для раскрытия вопроса для самостоятельного изучения. Конспектирование выполняется на бумаге стандартного формата А4 (210х297мм) или в тетради учащегося.

Конспект – сложная запись содержания исходного текста, включающая в себя заимствования (цитаты) наиболее примечательных мест в сочетании с планом источника, а также сжатый анализ записанного материала и выводы по нему. Для работы над конспектом следует:

- 1) определить структуру конспектируемого материала, чему в значительной мере способствует письменное ведение плана по ходу изучения оригинального текста;
- 2) в соответствии со структурой конспекта произвести отбор и последующую запись наиболее существенного содержания оригинального текста в форме цитат или в изложении, близком к оригиналу;
- 3) выполнить анализ записей и на его основе – дополнение записей собственными замечаниями, соображениями, «фактурой», заимствованной из других источников и т. п. (располагать все это следует на полях тетради для записей или на отдельных листах-вкладках);
- 4) завершить формулирование и запись выводов по каждой из частей оригинального текста, а также общих выводов.

Систематизация изученных источников позволяет повысить эффективность их анализа и обобщения. Итогом этой работы должна стать логически выстроенная система сведений по существу исследуемого вопроса. Необходимо из всего материала выделить существующие точки зрения на проблему, проанализировать их, сравнить, дать им оценку. Этой процедуре должны подвергаться и материалы из Интернета во избежание механического скачивания готовых текстов. В записях и конспектах студенту очень важно указывать названия источников, авторов, год издания. Это организует его, а главное, пригодится в последующем обучении. Студент должен взять за правило активно работать с литературой в библиотеке не только СКФУ, но и в других, библиотеках, используя, в том числе, их компьютерные возможности (электронная библиотека в сети Интернет).

Форма контроля данного вида СРС: собеседование.

Вопросы для собеседования

Темы 1 и 2. Характеристика вторичного молочного сырья. Методы обработки вторичного молочного сырья

1. Основные направления использования вторичного молочного сырья
2. Экологические аспекты переработки вторичного молочного сырья
3. Физико-химический состав вторичного молочного сырья.
4. Технология получения обезжиренного молока. Общая характеристика обезжиренного молока.
5. Технологические свойства обезжиренного молока
6. Технология получения молочной сыворотки. Физико-химические свойства сыворотки.
7. Технология получения молочной пахты. Физико-химические свойства пахты.
8. Пищевая и биологическая ценность молочного жира.
9. Характеристика фракций казеина.
10. Характеристика фракций сывороточных белков. Биологическая ценность сывороточных белков.
11. Углеводы вторичного молочного сырья. Их роль в организме.
12. Биологически активные вещества вторичного молочного сырья.
13. Цель тепловой обработки вторичного молочного сырья.
14. Тепловые методы обработки вторичного молочного сырья
15. Особенности процесса термизации молочной сыворотки
16. Центробежные методы обработки вторичного молочного сырья.
17. Особенности процесса сепарирования пахты.
18. Способы консервирования молочного сырья.
19. Принципы консервирования ВМС
20. Физические методы консервирования ВМС.
21. Принцип консервирования при сушке и сгущении.
22. Биологические способы консервирования.
23. Сгущений вторичного молочного сырья.
24. Сушка вторичного молочного сырья.
25. Криоконцентрирование вторичного молочного сырья.

Тема 3. Биохимические и физико-химические процессы при производстве продуктов из вторичного молочного сырья

1. Преимущества использования молочнокислых микроорганизмов в молочной промышленности.
2. Физиологическая роль молочнокислых микроорганизмов.

3. Биохимические превращения углеводов в процессе сквашивания (Брожение. Виды брожения и возбудители брожения).
4. Характеристика заквасочной микрофлоры, применяемой для производства кисломолочных напитков из ВМС.
5. Характеристика основных технологических этапов получения напитков из неосветленной молочной сыворотки.
6. Характеристика основных технологических этапов получения напитков из осветленной молочной сыворотки.
7. Характеристика основных технологических этапов получения напитков из обезжиренного молока
8. Биохимические основы производства низколактозных и безлактозных продуктов
9. Протеолиз белков ВМС
10. Гелеобразование. Коагуляция казеина
11. Способы выделения сывороточных белков
12. Белковые продукты из молочной сыворотки и обезжиренного молока

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ И ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Для подготовки к лабораторным работам необходимо использовать Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине " Биотехнология продуктов из вторичного молочного сырья", для студентов направления подготовки 19.03.01 Биотехнология, 2023 г. [Электронная версия].

Для подготовки к практическим занятиям необходимо использовать Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине " Биотехнология продуктов из вторичного молочного сырья", для студентов направления подготовки 19.03.01 Биотехнология, 2023 г. [Электронная версия].

Подготовка к занятиям состоит из нескольких этапов: первое - повторение изученного материала. Для этого используются конспекты лекций, рекомендованная основная и дополнительная литература; второе - углубление знаний по теме. Необходимо имеющийся материал в лекциях, учебных пособиях дифференцировать в соответствии с пунктами плана практического занятия. Отдельно выписать неясные вопросы, термины. Лучше это делать на полях конспекта лекции или учебного пособия. Уточнение надо осуществить на консультации, а еще лучше при помощи справочной литературы

Главная цель занятий - осуществить связь теоретических положений с практической действительностью, экспериментальную проверку теоретических положений.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1	Подготовка к лабораторной работе	1	1 – 4	1, 2	1 – 5
2	Подготовка к лекции	1	1 – 4	3	1 – 5
3	Подготовка контрольной работы	1	1 – 4	2	1 – 5
4	Самостоятельное изучение литературы	1	1 – 4	1, 2, 3	1 – 5

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К НАПИСАНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Для углубленного изучения студентами дисциплины одной из форм самостоятельной учебно-исследовательской работы является контрольная работы.

Примерные темы контрольных работ

1. Современные направления переработки вторичного молочного сырья.
2. Биохимические основы ферментативного катализа казеина и сывороточных белков.

3. Применение баромембранных методов в молочной промышленности.
4. Биохимические и микробиологические основы ферментативного катализа лактозы
5. Характеристика микроорганизмов, используемых при биологической обработки вторичного молочного сырья.
6. Биологическая ценность компонентов вторичного молочного сырья.
7. Характеристика пробиотической микрофлоры, используемой при производстве кисломолочных напитков.
8. Вторичное молочное сырье как питательная среда для культивирования биообъектов.
9. Биотрансформация лактозы и ее производных микроорганизмами.
10. Микробный синтез биологически активных веществ на основе вторичного молочного сырья.
11. Характеристика продуцентов биологически активных веществ на основе вторичного молочного сырья.
12. Биотехнологические основы производства ферментативных гидролизатов молочных белков
13. Технология ферментативных гидролизатов молочных белков
14. Биохимические и физико-химические превращения белков при производстве продуктов из обезжиренного молока и пахты.
15. Разработать технологическую блок-схему и аппаратурно-процессовую схему получения кефира из обезжиренного молока.
16. Разработать технологическую блок-схему и аппаратурно-процессовую схему получения кефира «Фруктовый» из обезжиренного молока.
17. Разработать технологическую блок-схему и аппаратурно-процессовую схему получения простокваши 1 % жирности со стабилизатором резервуарным способом.
18. Разработать технологическую блок-схему и аппаратурно-процессовую схему получения ацидофильных напитков из обезжиренного молока.
19. Разработать технологическую блок-схему и аппаратурно-процессовую схему получения обезжиренного творога.
20. Разработать технологическую блок-схему и аппаратурно-процессовую схему получения творожных изделий из обезжиренного молока.
21. Разработать технологическую блок-схему и аппаратурно-процессовую схему получения творога «Столовый» из пахты.
22. Разработать технологическую блок-схему и аппаратурно-процессовую схему получения сыра из пахты.
23. Разработать технологическую блок-схему и аппаратурно-процессовую схему получения сгущенной пахты с сахаром.
24. Разработать технологическую блок-схему и аппаратурно-процессовую схему получения сухой пахты.
25. Разработать технологическую блок-схему и аппаратурно-процессовую схему получения молочного сахара пищевого.
26. Разработать технологическую блок-схему и аппаратурно-процессовую схему получения молочного сахара рафинированного.
27. Разработать технологическую блок-схему и аппаратурно-процессовую схему получения молочного кваса из молочной сыворотки.
28. Разработать технологическую блок-схему и аппаратурно-процессовую схему получения альбуминного творога.

Работу следует выполнять на листах формата на листах формата А4 (210x297 мм).

Нумерация страниц и приложений осуществляется в правом верхнем углу и должна быть сквозная.

Текст работы может выполняться с использованием шрифта Times New Roman, размер 14, интервал 1,5; абзацный отступ – 1,25.

Для контрольной работы рекомендуется следующая структура:

1. Титульный лист.
2. Содержание (оглавление).
3. Теоретическая часть.
4. Практическая часть (разработка технологической блок-схемы и аппаратурно-процессовой схемы продукта).
5. Список использованной литературы.

6. Приложения.

Содержание представляет собой перечень задания контрольной работы.

Все схемы, рисунки, таблицы, диаграммы и другой иллюстративный материал должен иметь название и соответствующий номер. На каждую иллюстрацию необходима соответствующая ссылка в тексте. Иллюстративный материал включается в основной текст работы. Список используемой литературы приводится в конце контрольной работы.

В процессе защиты преподаватель уточняет самостоятельность выполнения работы, уровень знаний студента.

Компетенции (знания, умения и навыки) студентов оцениваются:

- «зачтено» – выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, допускаются в ответе или в решении задач некоторые неточности; компетенция ПК-4 освоена.
- «не зачтено» – выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Компетенции ПК-1 и ПК-2 не освоены.

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: написание контрольной работы студентов по дисциплине «Биотехнология продуктов из вторичного молочного сырья» и проведение круглого стола с заслушиванием доклада по выбранной теме контрольной работы.

Предлагаемые студенту темы контрольной работы по структуре научного исследования позволяют проверить компетенции ПК-1 и ПК-2.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо проанализировать литературные источники по данной тематике и подготовить презентацию и доклад. Тема контрольной работы выдается за две недели до даты проведения контрольной точки.

При проверке задания, оцениваются: полнота раскрытия теоретического материала работы, правильность составления технологической блок-схемы и аппаратурно-процессовой схемы, описание проводимых технологических операций с указанием всех технологических режимов и сущности происходящих биотехнологических процессов получения целевого продукта.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень основной литературы:

1. Арсеньева Т.П. Биотехнология продуктов из вторичного молочного сырья [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т.П. Арсеньева. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014. — 49 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67811.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. Алешина, Е.С. Культивирование микроорганизмов как основа биотехнологического процесса : учебное пособие / Е.С. Алешина, Е.А. Дроздова, Н.А. Романенко ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Университет, 2017. – 192 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: URL: [_](#)
2. Лупинская, С. М. Технология молока и молочных продуктов. Продукты из вторичного молочного сырья: лабораторный практикум / С. М. Лупинская, И. А. Смирнова, М. Д. Хатминская. — Кемерово : КемГУ, 2016. — 105 с. — ISBN 978-5-89289-976-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/99579>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Пономарев, А. Н. Технологии переработки вторичных сырьевых ресурсов молочной отрасли: лабораторный практикум : учебное пособие : [16+] / А. Н. Пономарев, Е. И. Мельникова, Е. В. Богданова ; науч. ред. А. Н. Пономарев ; Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018. – 61 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561371>. – Библиогр.: с. 57. – ISBN 978-5-00032-360-1. – Текст : электронный.
4. Технология продуктов из вторичного молочного сырья : учебное пособие / А. Г. Храмцов, С. В. Василисин, С. А. Рябцева, Т. С. Воротникова. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2011. — 424 с. — ISBN 978-5-98879-089-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4900> (дата обращения: 17.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. www.biblioclub.ru – ЭБС «Университетская библиотека ОНЛАЙН», электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам учебной и научной литературы по всем отраслям знаний от ведущих российских издательств.
2. www.elibrary.ru – научная электронная библиотека
3. www.iprbookshop.ru – ЭБС «IPRbooks», мультидисциплинарная полнотекстовая база электронных изданий.