

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ
РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

Направление подготовки	19.04.01 Биотехнология
Направленность (профиль)	Биотехнология продуктов функционального питания и биологически активных веществ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Изучение биологической ценности пищевых белков

Цель и содержание: провести сравнительную оценку биологической ценности молочных и растительных белков.

Теоретическое обоснование

Основной белок молока – казеин составляет 78–85% всех белковых веществ. В молоке он находится в виде казеинаткальцийфосфатного комплекса (ККФК) в коллоидно-дисперсном состоянии, в состав которого помимо казеина (88,2 %) входят кальций (3,41 %), фосфор (0,89 %), магний (0,24 %), калий и натрий (0,45 %), лимонная кислота (0,87 %). В казеине молока насчитывается 17 фракций, которые изменяются при нагревании и концентрировании молока.

Сывороточные белки молока составляют 14–24 % общей массы всех белков. Они характеризуются высокой степенью дисперсности и гидратации, образуют устойчивые гидрозоли, не осаждающиеся даже в изоэлектрической точке (ИЭТ). Массовые доли отдельных фракций колеблются в следующих пределах: β -лактоглобулин – 43–67 %, α -лактальбумин – 17–21 %, иммуноглобулины – 10–18 %, сывороточный альбумин – 2–5 %.

Представление о структуре системы технологий получения пребиотических концентратов на основе молочной сыворотки с регулируемым углеводным, минеральным и аминокислотным составом дает схема, представленная на рисунке 1.1.

Анализ схемы, представленной на рисунке 1.1, позволяет систематизировать способы получения пребиотических концентратов (таблица 1.1).

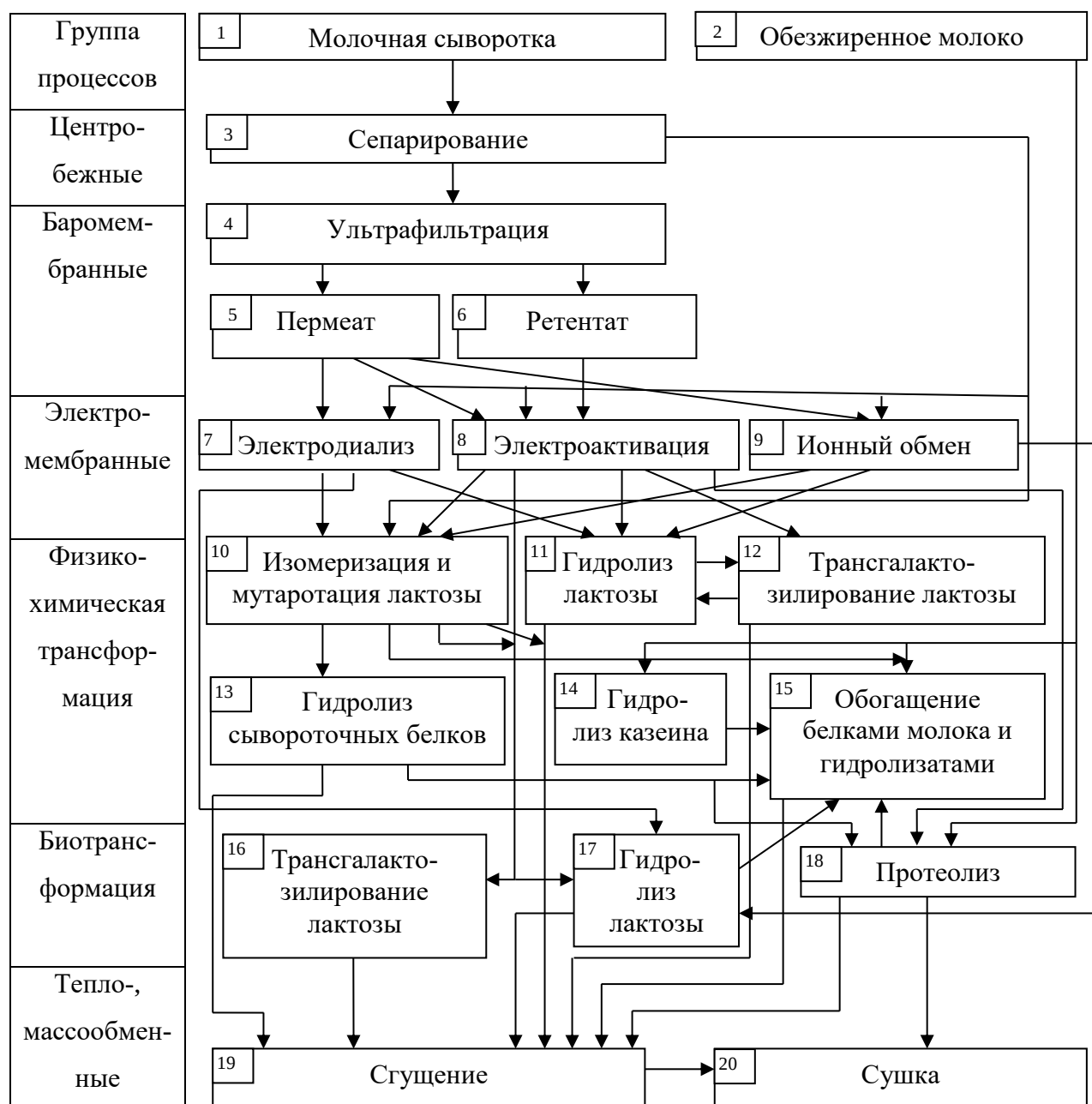


Рисунок 1.1 – Логистическая схема реализации концепции получения пребиотических концентратов с регулируемым углеводным, аминокислотным и минеральным составом

Система технологий пребиотических концентратов на основе молочной сыворотки находится в стадии интенсивного развития, постоянно пополняясь новыми альтернативными вариантами за счет результатов фундаментальных и прикладных исследований процессов направленной физико-химической и биологической трансформации компонентов молочного сырья, баро-, электро- и биомембранной обработки.

Таблица 6.1 – Классификация способов получения пребиотических концентратов

Группа концентратов	Схемы получения в соответствии с рисунком 1.1
1	2
Концентраты с регулируемым углеводным составом, обогащенные лактулозой	1 – 3 – 10 – 13 – 19
	1 – 3 – 10 – 13 – 19 – 20
Концентраты с регулируемым углеводным и минеральным составом, обогащенные лактулозой	1 – 3 – 7 – 10 – 13 – 19
	1 – 3 – 7 – 10 – 13 – 19 – 20
	1 – 3 – 9 – 10 – 13 – 19
	1 – 3 – 9 – 10 – 13 – 19 – 20
Концентраты с регулируемым углеводным и аминокислотным составом, обогащенные лактулозой и белками молока	1 – 3 – 10 – 13 – 2 – 15 – 19 – 20
	1 – 3 – 10 – 13 – 2 – 14 – 15 – 19 – 20
Концентраты с регулируемым углеводным и аминокислотным составом, обогащенные лактулозой и гидролизатами белков молока	1 – 3 – 10 – 13 – 2 – 18 – 15 – 19
	1 – 3 – 10 – 13 – 2 – 18 – 15 – 19 – 20
Концентраты с регулируемым углеводным, минеральным и аминокислотным составом, обогащенные лактулозой и белками молока	1 – 3 – 7 – 10 – 13 – 2 – 15 – 19 – 20
	1 – 3 – 7 – 10 – 13 – 2 – 14 – 15 – 19 – 20
Концентраты с регулируемым углеводным, минеральным и аминокислотным составом, обогащенные лактулозой, белками молока и их гидролизатами	1 – 3 – 7 – 10 – 13 – 18 – 2 – 15 – 19
	1 – 3 – 7 – 10 – 13 – 18 – 2 – 15 – 19 – 20
Концентраты с регулируемым углеводным и минеральным составом с продуктами гидролиза лактозы	1 – 3 – 7 – 17 – 19
	1 – 3 – 8 – 17 – 19
	1 – 3 – 9 – 17 – 19
	1 – 3 – 7 – 17 – 19 – 20
	1 – 3 – 8 – 17 – 19 – 20
	1 – 3 – 9 – 17 – 19 – 20
Концентраты с регулируемым углеводным и минеральным составом с продуктами трансгалактозилирования лактозы	1 – 3 – 8 – 16 – 19
	1 – 3 – 8 – 16 – 19 – 20
Концентраты с регулируемым углеводным, минеральным и аминокислотным составом, с продуктами гидролиза лактозы	1 – 3 – 4 – 5 – 8 – 11 – 19
	1 – 3 – 4 – 5 – 9 – 11 – 19
	1 – 3 – 4 – 5 – 8 – 17 – 19
	1 – 3 – 4 – 5 – 9 – 17 – 19
Концентраты с регулируемым углеводным, минеральным и аминокислотным составом с продуктами трансгалактозилирования лактозы	1 – 3 – 4 – 5 – 8 – 12 – 19
	1 – 3 – 4 – 5 – 8 – 16 – 19
Концентраты с регулируемым углеводным, минеральным и аминокислотным составом, обогащенные лактулозой, продуктами гидролиза и трансгалактозилирования лактозы	1 – 3 – 4 – 5 – 8 – 10 – 11 – 19
	1 – 3 – 4 – 5 – 9 – 10 – 11 – 19
	1 – 3 – 4 – 5 – 9 – 10 – 17 – 19
	1 – 3 – 4 – 5 – 7 – 10 – 16 – 17 – 19
Концентраты с регулируемым аминокислотным и минеральным составом, обогащенные белками молока и их гидролизатами	1 – 3 – 4 – 6 – 8 – 18 – 19
	1 – 3 – 4 – 6 – 8 – 18 – 19 – 20

продолжение таблицы 1.1

1	2
Концентраты с регулируемым углеводным, минеральным и аминокислотным составом, с продуктами гидролиза лактозы и сывороточных белков	1 – 3 – 4 – 5 – 8 – 17 – 6 – 8 – 18 – 15 – 19
	1 – 3 – 4 – 5 – 8 – 17 – 6 – 8 – 18 – 15 – 19 – 20
Концентраты с регулируемым углеводным, минеральным и аминокислотным составом, обогащенные лактулозой и гидролизатами сывороточных белков	1 – 3 – 4 – 5 – 7 – 10 – 6 – 8 – 18 – 15 – 19
	1 – 3 – 4 – 5 – 7 – 10 – 6 – 8 – 18 – 15 – 19 – 20

Ассортимент пребиотических концентратов в перспективе может быть представлен четырнадцатью линейками продуктов с регулируемым углеводным, минеральным и аминокислотным составом, включающими более 60 наименований целевых продуктов. Систематизация альтернативных вариантов получения и функционального назначения концентратов позволяет выделить три ассортиментные группы:

- бифидогенные концентраты с лактулозой на основе натуральной и деминерализованной молочной сыворотки, с возможным обогащением белками молочного сырья;

- глюкозо-галактозные концентраты на основе молочной сыворотки и ее пермеата, а также комплексные пребиотики, содержащие продукты гидролиза лактозы, лактулозу и галактоолигосахариды;

- концентраты сывороточных белков и продукты с регулируемым уровнем протеолиза.

В качестве примера в таблице 1.2 представлена выборка по бифидогенным концентратам, обогащенным лактулозой.

Таблица 1.2 – Ассортимент бифидогенных концентратов с регулируемым углеводным, аминокислотным и минеральным составом

Группа концентратов	Виды концентратов
Концентраты с регулируемым углеводным составом	
Бифидогенные концентраты на основе натуральной молочной сыворотки	КБУ-20, КБУ-40, КБУ-65 (с массовой долей сухих веществ 20, 40, 65 % соответственно)
	КБУ-Рс, КБУ-Пл (сухие распылительной и пленочной сушки)
Концентраты с регулируемым углеводным и минеральным составом	
Бифидогенные концентраты на основе молочной сыворотки, деминерализованной методом электродиализа	КБУ-ЭД-20, КБУ-ЭД-40, КБУ-ЭД-65
	КБУ-ЭД-Рс
Бифидогенные концентраты на основе безреагентной изомеризации лактозы в молочной сыворотке, подвергнутой анионообменной обработке	КБУ-Ан-40, КБУ-Ан-65
	КБУ-Ан-Рс
Концентраты с регулируемым углеводным и аминокислотным составом	
Бифидогенные концентраты, обогащенные белками молока на основе натуральной молочной сыворотки и обезжиренного молока	«Лактобел»
	«Лакт-ОН»
Концентраты с регулируемым углеводным, минеральным и аминокислотным составом	
Бифидогенные концентраты, обогащенные белками молока, на основе молочной сыворотки, деминерализованной методом электродиализа, и обезжиренного молока	«Лактобел-ЭД»
	«Лакт-ОН-ЭД»

Методика и порядок выполнения работы

Для оценки биологической ценности молочных и растительных белков по заданию преподавателя проводят расчет показателей их биологической ценности. Аминокислотный скор (АК) белков рассчитывают по формуле:

$$AK = (Макб / Макэ) * 100, \quad (1)$$

где Макб – масса незаменимой аминокислоты в исследуемом белке, мг / 1 г белка;

Макэ – масса незаменимой аминокислоты в эталонном белке ФАО/ВОЗ, мг / 1 г белка.

Индекс незаменимых аминокислот определяют по формуле:

$$ИНАК = \sqrt[n]{(ЛИЗ_6/ЛИЗ_3) * (ТРИ_6/ТРИ_3) * \dots * (ГИС_6/ГИС_3)}, \quad (2)$$

где n – число незаменимых аминокислот;

b , a – индексы, обозначающие содержание рассматриваемой аминокислоты соответственно в исследуемом и эталонном белке.

Данные об аминокислотном составе исследуемых белков и эталонного белка ФАО/ВОЗ приведены в приложении А. Результаты расчетов представить по форме, приведенной в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная оценка биологической ценности молочных и растительных белков

Показатель	Исследуемый продукт
Аминокислотный скор, %: лизин метионин + цистин треонин лейцин изолейцин фенилаланин + тирозин валин триптофан	
Лимитирующие аминокислоты	
ИНАК	

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Аминокислотный состав молочных и растительных белков

Содержание аминокислот, г / 100 г белка	Белок		
	казеин	альбумин	концентрат сои
Лизин	8,2	36,7	6,3
Метионин + цистин	2,6	24,9	2,8
Треонин	4,9	26,6	4,3
Лейцин	9,2	48	7,9
Изолейцин	6,1	19,3	4,6
Фенилаланин + тирозин	11,3	32,5	8,9
Валин	7,2	32,4	4,8
Триптофан	1,7	11,7	1,5

Таблица А.2 – Аминокислотный состав и показатели биологической ценности пребиотических концентратов

Аминокислоты	Массовая доля, г/кг продукта			
	КБУ-Рс	Лактобел	ГМБ-Рс	Лактобел-ЭД
Валин	4,8	8,0	6,1	7,8
Изолейцин	4,2	6,1	4,9	6,3
Лейцин	6,3	11,0	8,4	11,7
Лизин	5,6	7,5	6,5	7,2
Метионин + Цистин	3,2	4,9	3,8	4,7
Треонин	4,1	7,5	4,6	8,1
Триптофан	1,1	1,8	1,3	1,7
Фенилаланин + Тирозин	6,1	7,1	6,3	7,2

Таблица А.3 – Аминокислотный состав муки из семян тыквы

Аминокислоты	Содержание, г / 100 г продукта
Триптофан	1,32
Треонин	1,50
Изолейцин	1,36
Лейцин	1,36
Лизин	2,73
Метионин	0,36
Цистин	0,39
Фенилаланин	2,32
Тирозин	1,73
Валин	1,77
Аргинин	1,24
Гистидин	1,05

Таблица А.4 – Аминокислотный состав эталонного белка ФАО/ВОЗ

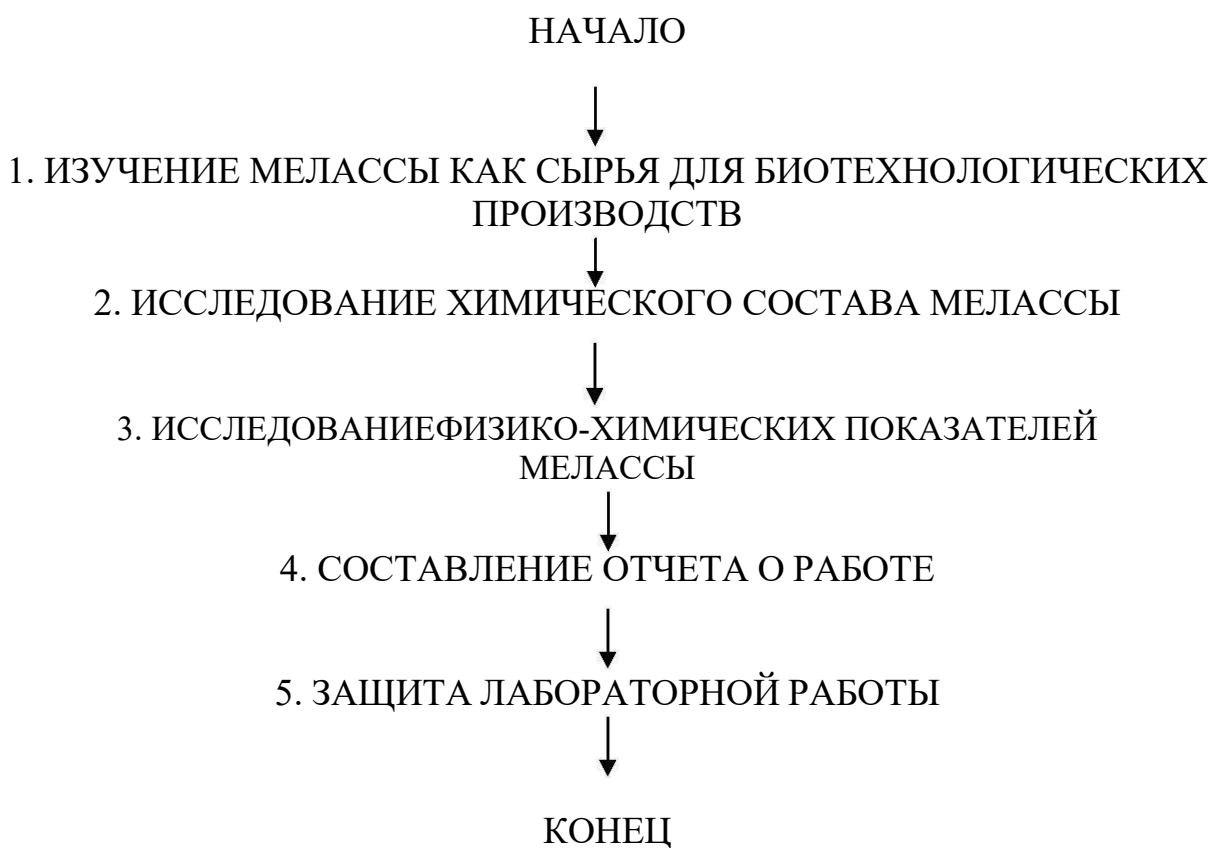
Аминокислот	Содержание, мг / г белка
Лизин	55
Метионин + цистин	35
Треонин	40
Лейцин	70
Изолейцин	40
Фенилаланин + тирозин	60
Валин	50
Триптофан	10

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕЛАССЫ

Цель работы: рассмотреть характеристики молочной мелассы как сырья для биотехнологических производств, освоить экспериментальные методики определения химического состава и физико-химических свойств мелассы.

АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ



БЛОК 1. Меласса молочная – побочный продукт процесса производства лактозы, вырабатываемый из ультрафильтрационных пермеатов вторичного молочного сырья (обезжиренного молока, подсырной и творожной сыворотки) с использованием оборудования мембранных технологий, и его температурной обработки, с последующим проведением процесса сгущения и процесса кристаллизации с добавлением воды для промывки выделенных кристаллов лактозы.

Продукт предназначен для использования в молочной, хлебопекарной, кондитерской и других отраслях пищевой промышленности, а также в биотехнологической промышленности и в качестве кормовой добавки. Меласса молочная должна соответствовать требованиям СТО 00437062-013-2020 «Продукты переработки молока побочные. Меласса молочная».

По органолептическим показателям продукт должен соответствовать требованиям, указанным в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические показатели мелассы молочной

Наименование показателя	Характеристика мелассы жидкой
Внешний вид и консистенция	Прозрачная жидкость, не тягучая, допускается наличие осадка
Вкус и запах	Сладковато-солоноватый, с легким молочным запахом
Цвет	От светло-желтого до темно-коричневого

По физико-химическим показателям продукт должен соответствовать нормам, указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химические показатели мелассы молочной

Наименование показателя	Норма для мелассы жидкой
Массовая доля сухих веществ, %	11,0 -16,0
Массовая доля лактозы, %, не менее	8,0
Активная кислотность, pH, ед.	4,0 – 4,9
Массовая доля кальция, %, не менее	0,4
Зола, %, не менее	0,9

Допустимые уровни содержания потенциально опасных веществ в продукте должны соответствовать требованиям Технических регламентов: ТР ТС 021/2011, ТР ТС 033/2013, указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели безопасности мелассы молочной

Наименование показателя	Допустимые уровни для жидкого продукта, мг/кг, не более
Токсичные элементы:	
свинец	0,1
мышьяк	0,05
кадмий	0,03
ртуть	0,005
Микотоксины:	
афлатоксин М1	0,0005
Антибиотики:	
пенициллин	не допускается (< 0,004)
левомицетин (хлорамфеникол)	не допускается (< 0,0003)
тетрациклиновая группа	не допускается (< 0,01)
стрептомицин	не допускается (< 0,2)
Пестициды:	
ГХЦГ	0,05 (в пересчете на жир)
ДДТ и его метаболиты	0,05 (в пересчете на жир)
Радионуклиды:	
цезий-137	100 Бк/кг
стронций-90	25 Бк/кг
Диоксины	0,000003 (в пересчете на жир)
Меламин	не допускается (< 1,0) мг/кг

По микробиологическим показателям продукт должен соответствовать требованиям ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Микробиологические показатели мелассы молочной

Наименование показателя	Допустимое количество микроорганизмов или масса жидкого продукта, в которой они не допускаются
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ в 1 г продукта, не более	1×10^5
Бактерии группы кишечных палочек (коли-формы) в 0,01 г продукта	Не допускаются
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, в 25 г продукта	Не допускаются
<i>S. aureus</i> в 1 г продукта	Не допускаются
<i>L. monocytogenes</i> , в 25 г продукта	Не допускаются

Сырье и материалы, используемые в производстве продукта, должны быть разрешены к применению органами Роспотребнадзора РФ. Качество сырья должно соответствовать требованиям действующей нормативно-технической документации и требованиям, прописанным в ТР ТС 033/2013 и в ТР ТС 021/2011.

Для производства продукта должны применяться следующие виды сырья и основных материалов:

- пермеат жидкий по СТО 00437062-006-2017;
- кислота соляная по ГОСТ 3118-77;
- вода питьевая отвечающая требованиям СанПин 2.1.4.1074-01

БЛОК 2. Исследование химического состава мелассы молочной.

2.1. Определение общего белка методом Къельдаля.

В колбу Къельдаля помещают последовательно несколько стеклянных бусинок или кусочков фарфора, около 10 г сернокислого калия, 0,5 г окиси ртути или 0,04 г сернокислой меди. В бюксе с крышкой отмеривают 5 мл молока, крышку закрывают и взвешивают с точностью до 1 мг. Пустую бюксу вновь взвешивают и по разнице между массой бюксы с молоком и массой пустой бюксы устанавливают массу взятого молока. В колбу добавляют 20 мл серной кислоты, вливая осторожно по стенкам колбы, смывая с них капли молока. Колбу закрывают грушеобразной стеклянной пробкой и осторожно круговыми движениями перемешивают содержимое колбы.

Колбу ставят на нагревательный прибор в наклонном положении под углом 45° и осторожно нагревают. Продолжают нагревание колбы до тех пор, пока не прекратится пенообразование и содержимое колбы не станет жидким. Затем сжигание продолжают при более интенсивном нагревании. Степень нагревания считают достаточной, когда кипящая кислота конденсируется в середине горловины колбы Къельдаля.

Время от времени содержимое колбы перемешивают, смывая обуглившиеся частицы со стенок колбы. Нагревание продолжают до тех пор, пока жидкость не станет совершенно прозрачной и практически бесцветной (при применении в качестве катализатора окиси ртути) или слегка голубоватой (при применении в качестве катализатора сернокислой меди).

После осветления раствора нагревание продолжают в течение 1,5 ч, после чего колбе дают остыть до комнатной температуры. Добавляют 150 см³

дистиллированной воды и несколько кусочков свежeproкаленной пемзы, перемешивают и снова охлаждают.

В коническую колбу отмеривают 50 см³ раствора борной кислоты, добавляют 4 капли индикатора Таширо и перемешивают. Коническую колбу соединяют с холодильником с помощью аллонжа и резиновой пробки так, чтобы конец аллонжа был ниже поверхности раствора борной кислоты в конической колбе. Колбу Къельдаля соединяют с холодильником при помощи каплеуловителя, проходящего через одну пробку с делительной воронкой. Градуированным цилиндром отмеривают 80 см³ раствора гидроокиси натрия (при применении в качестве катализатора красной окиси ртути используют раствор гидроокиси натрия, содержащий сульфид натрия) и через делительную (или капельную) воронку вносят его в колбу Къельдаля. Сразу же после выливания раствора закрывают кран делительной воронки для избежания потери образующегося аммиака. Содержимое колбы Къельдаля осторожно смешивают круговыми движениями и нагревают до кипения. При этом необходимо избегать пенообразования.

Продолжают перегонку до тех пор, пока жидкость не начнет вскипать толчками. При этом регулируют степень нагрева так, чтобы время дистилляции было не более 20 мин. Убедиться в полноте перегонки аммиака можно путем дополнительной перегонки в новую партию борной кислоты (20 см³) в течение 5 мин. Окраска раствора борной кислоты должна остаться без изменения. При перегонке не допускают нагревания раствора борной кислоты в конической колбе. Слишком сильное охлаждение (ниже +10 °C) также нежелательно, так как оно может вызвать переброс жидкости из конической колбы в колбу Къельдаля.

Перед окончанием перегонки опускают коническую колбу так, чтобы конец аллонжа оказался над поверхностью раствора борной кислоты, и продолжают перегонку в течение 1-2 мин. Прекращают нагревание и отсоединяют аллонж. В коническую колбу смывают внешнюю и внутреннюю поверхности аллонжа небольшим количеством дистиллированной воды. Титруют дистиллят 0,1 н раствором соляной кислоты до перехода зеленого цвета в фиолетовый.

Параллельно проводят контрольный анализ так же, как и основной, применяя 5 мл дистиллированной воды вместо сырья. Контрольный анализ проводят в каждой серии определения количества белка и при каждой замене реактивов.

Массовую долю общего белка (Б) в процентах вычисляют с точностью до третьего десятичного знака по формуле:

$$B = \frac{1,4 * 0,1K(V_1 - V_0) * 6.38}{m}; \quad (1)$$

где 1,4 – количество азота, эквивалентное 1 мл 0,1 н раствора соляной кислоты, мг;

0,1 – нормальность раствора соляной кислоты;

V_1 – объем 0,1 н соляной кислоты, израсходованной на титрование дистиллята в основном анализе, мл;

V_0 – объем 0,1 н соляной кислоты, израсходованной на титрование дистиллята в контрольном анализе, мл;

6,38 – коэффициент для перевода массовой доли общего азота на массовую долю общего белка;

m – масса сырья, взятого на анализ, г.

2.2. Определение содержания сухого остатка (влаги) в молоке и молочных продуктах методом высушивания до постоянного веса (арбитражный метод).

В металлическую бюксу на дно укладывают два кружка марли, высушивают с открытой крышкой при 105°C 20-30 мин. и, закрыв крышкой, охлаждают в эксикаторе в течение 20-30 мин., затем взвешивают. В подготовленную бюксу пипеткой вносят 3 см³ исследуемого продукта, равномерно распределяя его по всей поверхности марли и закрыв крышкой, взвешивают. Затем открытую бюксу и крышку помещают в сушильный шкаф при 105°C на 60 мин., после чего бюксу закрывают, охлаждают и взвешивают.

Высушивание и взвешивание продолжают через 20-30 мин. до получения разницы в массе между двумя последовательными взвешиваниями не более 0,001 г. Сухой остаток на поверхности марлевого кружка должен иметь

равномерный светло-жёлтый цвет. Массовую долю сухого вещества (С) в процентах вычисляют по формуле:

$$C = \frac{(m_1 - m_0) * 100}{m - m_0}, \quad (2)$$

где m_0 — масса бюксы с песком и стеклянной палочкой, г;

m — масса бюксы с песком, стеклянной палочкой и навеской
исследуемого продукта до высушивания, г;

m_1 — масса бюксы с песком, стеклянной палочкой и навеской
исследуемого продукта после высушивания, г.

Расхождение между параллельными определениями должно быть не более 0,1% для молока и 0,2 % для мороженого, сыра, творога и творожных изделий. За окончательный результат для каждого исследуемого продукта принимают среднее арифметическое двух параллельных определений. Массовую долю влаги в продуктах (В) в процентах вычисляют по формуле:

$$B = 100 - C, \quad (3)$$

где C — массовая доля сухого вещества, %.

2.3. Определение массовой доли лактозы поляризметрическим методом (по Г. Вижинайте).

В стакане на 100 см³ взвешивают 33 г продукта с точностью до 0,01 г. Молоко количественно переносят в мерную колбу вместимостью 100 см³, ополаскивая стакан дистиллированной водой. В колбу приливают по 5 см³ уксуснокислого цинка и железистосинеродистого калия. Содержимое колбы после добавления каждого реактива осторожно перемешивают, не встряхивая во избежание образования пузырьков воздуха. Затем приливают 25 см³ 0,2н раствора бромноватокислого калия, осторожно перемешивают.

Содержимое колбы доводят дистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают, сильно встряхивая. Через 5-10 мин. фильтруют через сухой складчатый фильтр в сухую колбу. Фильтрат поляризуют в поляризметрической трубке длиной 400 мм. Отсчёт проводят 3-5 раз и берут среднеарифметическое. Содержание лактозы вычисляют по формуле:

$$L = \frac{P}{2} * K, \quad (4)$$

где P — показание сахариметра;

K — поправка на объём осадка.

2.4. Определение кальция комплексонометрическим методом (по Дуденкову).

К 5 см³ продукта в химическом стакане приливают 90-95 см³ дистиллированной воды, 5 см³ 8%-го раствора NaOH и из бюретки отмеривают точно 3,5 см³ 0,1н раствора трилона-Б, перемешивают стеклянной палочкой и оставляют на 2 мин. Вносят на кончике ножа около 0,04 г сухой смеси индикатора мурексида с хлористым натрием (1 часть мурексида тщательно растирают с 50 частями химически чистого хлористого натрия). Раствор окрашивается в сиреневый цвет. Содержимое титруют 0,1н раствором CaCl₂, добавляя его по каплям при непрерывном перемешивании до появления устойчивого розового окрашивания. Затем из бюретки снова приливают при помешивании по каплям раствор трилона-Б до появления устойчивого сиреневого цвета. Через 1 мин, в случае исчезновения окрашивания, прибавляют ещё 1 каплю трилона-Б.

Из общего объёма раствора трилона-Б, израсходованного на первое и второе титрование и пересчитанного на точно 0,1н раствор, вычитают объём 0,1н раствора CaCl₂, израсходованного на обратное титрование и находят объём трилона-Б, связанного с кальцием молочного сырья. Содержание кальция в мг % рассчитывают по формуле:

$$Ca = \frac{a * 2 * 100 * 0,97}{6}, \quad (5)$$

где а – количество 0,1н раствора трилона-Б, связанного с кальцием, см³;

2–количество кальция, соответствующее 1 мл 0,1н раствора трилона-Б, мг;

5 – объём молока, взятого для анализа, см³.

БЛОК 3. Исследование физико-химических свойств мелассы молочной.

3.1. Определение кислотности молока и молочных продуктов

титрометрическим методом (титруемая кислотность).

В коническую колбу вместимостью 150-200 см³ отмеривают с помощью пипетки 10 см³ молока, прибавляют 20 см³ дистиллированной воды и три капли фенолфталеина, смесь тщательно перемешивают и титруют 0,1н раствором гидроксида натрия (калия) до появления слабо-розового окрашивания, соответствующего контрольному эталону окраски, не исчезающего в течение 1 мин.

Кислотность молока в градусах Тернера равна количеству миллилитров 0,1н раствора гидроксида натрия (калия), затраченного на нейтрализацию 10 см³ молока, умноженному на 10. Расхождение между параллельными определениями должно быть не выше 1°Т.

3.2. Определение кислотности молока и молочных продуктов путём измерения рН (активная кислотность).

Около 40 см³ продукта отбирают в стакан, погружают в него электроды и через 10-15 с отсчитывают показания по прибору. Для более быстрого установления показаний замер рН жидких молочных продуктов производят при их непрерывном лёгком взбалтывании.

3.3. Определение буферности и буферной ёмкости молочного сырья.

К 10 см³ молока в колбе вместимостью 100-150 см³ прибавляют 3 капли раствора фенолфталеина и титруют 0,1н раствором гидроксида натрия до слабо-розового окрашивания. Другую пробу молока титруют 0,1н раствором хлористоводородной кислоты с раствором метилроta до появления красного окрашивания. Количество щёлочи и кислоты в см³ рассчитывают на 100 см³ молока, что и будет характеризовать буферность его. При титровании молока щёлочью 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 щёлочи. Буферной ёмкостью называют количество эквивалентов кислоты или щёлочи, которое требуется для того, чтобы изменить

величину рН в 1000 см³ раствора на единицу. Найдя буферность молока на кислой и щелочной сторонах, рассчитывают буферную ёмкость молока по формулам:

По щёлочи:

$$B_{щ} = \frac{K}{1,5 * 10}, \quad (6)$$

По кислоте:

$$B_{к} = \frac{K_1}{2,0 * 10}, \quad (7)$$

где К – буферность по щёлочи;

1,5 – сдвиг рН при титровании с фенолфталеином;

К₁ – буферность по кислоте;

2,0 – сдвиг рН при титровании с метилротом;

10 – коэффициент перевода 0,1н раствора в нормальный раствор.

3.4. Пикнометрический метод определения плотности.

Подготовленные к измерениям пикнометры (не менее двух) заполняют при помощи шприца предварительно тщательно перемешанной исследуемой пробой заготавливаемого коровьего или обезжиренного молока немного выше отметки на их шейке и закрывают пробками. Пикнометры термостатируют и доводят уровень исследуемой пробы до отметки на их шейке. Пикнометры вынимают из термостата, доводят при помощи шприца и фильтровальной бумаги уровень молока до отметки на их шейке (по верхнему краю мениска). Внутреннюю поверхность шейки пикнометров выше отметки тщательно вытирают фильтровальной бумагой, не касаясь уровня жидкости в пикнометрах, вытирают снаружи досуха полотенцем и оставляют в витрине весов не менее 20 мин. За значение массы гирь, уравновешивающих каждый пикнометр с молоком, принимают среднее арифметическое результатов двух взвешиваний m_3 . По аналогичной методике определяют массу пикнометра, наполненного водой m_2 .

Плотность молока ρ_1 при 20°С кг/м³, вычисляют по формуле:

$$\rho_1 = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} * (\rho_v - l) + l, \quad (8)$$

где m_1, m_2, m_3 – массы гирь, уравновешивающих, соответственно, пустой пикнометр, пикнометр с водой и пикнометр с молоком, кг;

ρ_v – плотность воды при 20°C и нормальном давлении, равном $1,01 \cdot 10^5$ Па ($\rho_v = 998,20$ кг/м³);

l – плотность воздуха при 20°C и нормальном давлении ($l = 1,2$ кг/м³).

Допускаемое расхождение между двумя результатами определения плотности молока не должно превышать по абсолютному значению 0,3 кг/м³.

БЛОК 4. Отчет по работе должен включать:

- титульный лист;
- цель работы;
- теоретическое обоснование проводимых исследований;
- результаты исследований состава и физико-химических свойств мелассы молочной;
- выводы.

БЛОК 5. Контрольные вопросы:

- показатели качества и безопасности мелассы молочной как сырья для промышленной переработки;
- характеристика мелассы молочной мелассы как сырья для биотехнологических производств;
- методы исследований химического состава мелассы молочной;
- методы исследований физико-химических свойств мелассы молочной.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОДУКТОВ ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА МЕТОДОМ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ

Цель и содержание работы: изучить общие принципы фракционирования молочного сырья методом ультрафильтрации, направления использования фракций мембранного разделения молочного сырья; освоить методы исследования химического состава и физико-химических свойств обезжиренного молока и продуктов его ультрафильтрационного фракционирования – ретентата и пермеата.

Теоретическое обоснование

Мембранная технология нашла широкое применение при переработке сельскохозяйственного сырья растительного и животного происхождения. В микробиологической промышленности она широко используется для концентрации субстратов, разделения растворов и суспензий, стерильной фильтрации при выработке различных продуктов и препаратов микробного синтеза. По сравнению с другими альтернативными процессами, используемыми для этих целей, она менее энергоемка, экологична, для размещения оборудования требуются меньшие производственные площади. В будущем, по мере разработки новых материалов для мембран, использование мембранной технологии значительно расширится.

Ультрафильтрация относится к мембранной технике разделения многокомпонентных систем, в том числе и биологических. Она нашла широкое применение в различных отраслях промышленности, как в нашей стране, так и за рубежом. Процесс разделения полидисперсных систем основан на молекулярной фильтрации через полупроницаемые мембраны с размером пор 10 – 100 нм, при которой под действием градиента давления происходит фракционирование компонентов раствора по величине и структуре их молекул.

Рассмотрим процесс ультрафильтрации биологических жидкостей схематично на примере обезжиренного молока. Полупроницаемые ультрафильтрационные мембраны имеют размер пор от 10 до 100 нм и способны удерживать вещества с молекулярной массой 10^4 и выше.

Основными компонентами обезжиренного молока являются остатки молочного жира (в виде жировых шариков), казеин (мицеллы), сывороточные белки (молекулы различных размеров), лактоза, пептиды, минеральные вещества. Данные об основных компонентах обезжиренного молока приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика основных компонентов обезжиренного молока

Наименование компонента	Размер частиц, нм	Дисперсное состояние и форма частиц
Молочный жир	2000 – 5000	Эмульсия, жировые шарики
Казеин	100 – 200	Коллоидный раствор, шарообразные мицеллы
Сывороточные белки	15 – 50	Коллоидный раствор, глобулы
Лактоза	1,5	Истинный раствор
Минеральные соли	0,2 – 2,0	Истинный раствор

Движущей силой ультрафильтрационного процесса является разность создаваемого избыточного давления и осмотического давления жидкости. Сквозь мембрану в процессе фильтрации будут проходить: растворитель (вода), а также компоненты, размер молекул которых меньше, чем диаметр пор мембраны – лактоза, минеральные вещества, небелковые азотистые соединения, некоторые фракции сывороточных белков. Таким образом, при обработке обезжиренного молока происходит селективное концентрирование только высокомолекулярных соединений (белки, липиды), а основная часть низкомолекулярных компонентов переходит в фильтрат.

По мнению многих исследователей, механизм переноса вещества через полупроницаемую мембрану описывается капиллярной диффузией и аналогичен механизму процесса микрофильтрации.

Процесс ультрафильтрации молока и вторичного молочного сырья получил широкое применение для получения нативных белковых концентратов из различных видов молочного сырья. Преимуществом ультрафильтрации по сравнению с традиционными методами осаждения белков молочного сырья является отсутствие теплового воздействия и смещения pH в сторону изоэлектрической точки, приводящих к их денатурации. В зависимости от вида используемого сырья применение ультрафильтрации позволяет получать несколько групп концентратов, представленных в таблице 2.

Таблица 2 – Виды концентратов, получаемых методом ультрафильтрации

Виды сырья	Концентрируемые фракции	Виды получаемых продуктов
Цельное молоко	Молочный жир, казеин, сывороточные белки	Липидно-казеиново-альбуминовый концентрат (ЛипКА)
Обезжиренное молоко	Казеин, сывороточные белки	Казеиново-альбуминовый концентрат (КАК)
Молочная сыворотка	Сывороточные белки	Концентрат сывороточных белков (КСБ)

В общем виде технологическая схема переработки молочного сырья с использованием процесса ультрафильтрации имеет вид:

- приемка и оценка качества молочного сырья;
- подогрев до температуры (40-45)°С;
- центробежная очистка (бактофугирование молока или выделение из сыворотки жира и казеиновой пыли);
- пастеризация;
- ультрафильтрация;
- сбор концентрата и фильтрата, их дальнейшая переработка.

Процесс ультрафильтрации наиболее широко применяется в молочной промышленности при переработке молочной сыворотки. На основе высокомолекулярной фракции (ультраконцентрата) могут быть получены влажные и сухие концентраты сывороточных белков, примерный состав которых представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Состав концентратов сывороточных белков

Наименование компонента	Массовая доля, %, для концентрата	
	влажного	сухого
Сухие вещества	18,0	95,1
Белок	10,4	55,0
Лактоза	5,66	30,0
Минеральные вещества	0,85	4,5
Жир	0,95	5,0

В нашей стране разработаны технологии следующих видов белковых продуктов на основе ультраконцентратов молочной сыворотки:

- белково-углеводная основа из подсырной или творожной сыворотки;
- концентрат сывороточных белков, получаемый методом ультрафильтрации (КСБ-УФ);
- белок сывороточный растворимый сухой (РСБ).

Ультрафильтраты, получаемые при обработке молочного сырья (пермеаты) относятся к нетрадиционным видам лактозосодержащего сырья и подлежат переработке на продукты пищевого назначения. Состав пермеатов, получаемых при ультрафильтрации различных видов молочного сырья, приведен в таблице 4.

В настоящее время распространение получили следующие направления переработки ультрафильтратов молочного сырья:

- получение натуральных и ферментированных напитков;
- совершенствование технологии молочного сахара;
- производство пищевых концентратов, содержащих производные лактозы (лактuloза, глюкозо-галактозные сиропы).

Таблица 4 – Состав ультрафильтратов (пермеатов) молочного сырья

Ультрафильтрат	Массовая доля, %				
	сухих веществ	лактозы	общего белка	небелкового азота	золы
Цельного молока	5,64	4,88	0,22	0,19	0,49
Обезжиренного молока	5,62	4,90	0,14	0,04	0,43
Подсырной сыворотки	5,55	4,72	0,20	0,19	0,49
Пахты	4,80	4,10	0,15	0,10	0,38
Сливков	5,50	4,55	0,39	0,14	0,37
Сквашенного молока	5,70	3,70	0,31	0,21	0,75
Творожной сыворотки	5,25	4,20	0,18	0,12	0,63
Казеиновой сыворотки	5,75	4,10	0,33	0,29	0,73

Аппаратура и материалы: рефрактометр, титровальная установка, баня водяная, рН-метр, набор ареометров или лактоденсиметр, муфельная печь, термометры; раствор гидроксида натрия 0,1 н., 40 %-й раствор формалина, 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина, колбы конические на 200 – 250 см³, цилиндры на 100 – 500 см³, тигли фарфоровые для определения массовой доли зола, пипетки на 10 см³, прибор для отмеривания раствора формалина на 1 см³.

Указания по технике безопасности

При выполнении исследований следует соблюдать общие правила техники безопасности в лабораториях физико-химического анализа, правила работы с химическими реактивами и электробезопасности. Особенное внимание следует уделить правилам работы с растворами щелочей и формалина.

Методика и порядок выполнения работы

Порядок выполнения работы приведен на рисунке 1. 1.

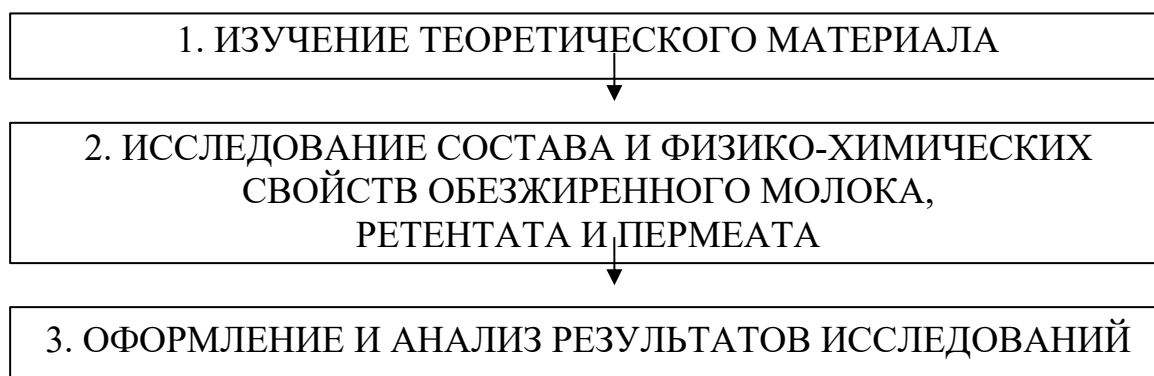


Рисунок 1.1 – Блок-схема алгоритма выполнения работы «Изучение состава и физико-химических свойств продуктов фракционирования обезжиренного молока методом ультрафильтрации»

Пояснения к блок-схеме.

БЛОК 1. По литературным источникам и методическим указаниям изучить теоретические и прикладные аспекты ультрафильтрации молочного

сырья, состав и физико-химические свойства ретентатов и пермеатов молочного сырья. Привести характеристики продуктов, получаемых на основе фракций мембранного разделения молочного сырья методом ультрафильтрации.

БЛОК 2. В исходном молочном сырье, ретентате и пермеате определяют следующие показатели:

- массовую долю сухих веществ рефрактометрическим методом;
- титруемую кислотность (для обезжиренного молока и ретентата по методике для цельного молока и жидких молочных продуктов, для пермеата – по методике для молочной сыворотки) и активную кислотность;
- плотность ареометрическим методом;
- температуру замерзания криоскопическим методом;
- массовую долю белка в обезжиренном молоке и ретентате методом формольного титрования (приложение А), в пермеате массовую долю белка определяют расчетным методом;
- массовую долю лактозы рефрактометрическим методом (приложение Б);
- массовую долю минеральных веществ методом сжигания до постоянной массы (приложение В).

Результаты исследований и расчетов заносят в таблицу 1. 5.

Таблица 1. 5 – Результаты исследований состава и физико-химических показателей обезжиренного молока, ретентата и пермеата

Показатели	Вид продукта		
Массовая доля, %:			
- сухих веществ			
- белка			
- лактозы			
- минеральных веществ			
Кислотность:			
- титруемая, °Т			
- активная, рН			
Плотность, кг/м ³			
Температура замерзания, °С			

БЛОК 3. По экспериментальным данным провести анализ распределения компонентов обезжиренного молока в процессе ультрафильтрации между концентратом и фильтратом, изменения физико-химических свойств как функции концентрации компонентов молочного сырья и продуктов его мембранного разделения, находящихся в жидкой полидисперсной системе в фазах истинного и коллоидного растворов.

Содержание отчета и его форма

Отчет о выполнении работы должен содержать:

- титульный лист;
- цель и алгоритм выполнения работы;

- теоретическое обоснование проводимых исследований;
- схема проведения, объекты и методы исследований, аппаратура и материалы;
- методы проведения физико-химических исследований;
- результаты исследований;
- выводы.

Контрольные вопросы и защита работы:

- применение методов мембранной фильтрации в биотехнологии и технологии пищевых производств;
- классификация процессов мембранной фильтрации;
- типы полупроницаемых мембран;
- конструкции промышленных аппаратов для ультрафильтрации биологических жидкостей;
- показатели, характеризующие эффективность процесса ультрафильтрации;
- влияние технологических факторов на эффективность процесса ультрафильтрации молочного сырья;
- состав и физико-химические показатели ретентатов и пермеатов, получаемых при ультрафильтрации молока и вторичного молочного сырья;
- направления использования ретентатов и пермеатов молочного сырья.

Литература

Артюхова, С.И. Основы пищевой биотехнологии и нанотехнологии [Текст] / С.И. Артюхова, Ю.А. Гаврилова. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010.

Бредихин, С. А. Технология и техника переработки молока [Текст] : учебник для вузов / С. А. Бредихин, Ю. В. Космодемьянский, В. Н. Юрин. – М. : КолосС, 2003. – 400 с.

Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. – М.: Изд-во «Элевар», 2001.

Банникова А.В., Евдокимов И.А. Инновационный подход к созданию обогащенных молочных продуктов с повышенным содержанием белка. – М.: ДеЛи плюс, 2015.

Храмцов А.Г. Новации молочной сыворотки. – СПб.: Профессия, 2016.

Храмцов А.Г. Бионаномембранные технологии научной школы «Живые системы» СКФУ / А.Г. Храмцов, И.А. Евдокимов, С.А. Емельянов и др. – Ставрополь: СКФУ, 2014.

Храмцов А.Г. Инновационные технологии промышленной переработки и использования молочной сыворотки / А.Г. Храмцов. – Ставрополь: СКФУ, 2014.

Евдокимов И.А. Современные проблемы науки в пищевых и перерабатывающих отраслях АПК. Часть 1. Специфические свойства белков

молока и их изменения при технологической обработке / И.А. Евдокимов, Т.Н. Головач, В.П. Курченко. – Ставрополь: СКФУ, 2013.

Храмцов А.Г. Инновационные приоритеты и практика технологической платформы модернизации молочной отрасли АПК России / А.Г. Храмцов. – Ставрополь: СКФУ, 2013.

Лодыгин А.Д. Инновационные технологии продуктов на основе биокластеров молочной сыворотки / А. Д. Лодыгин, А. Г. Храмцов, Д. Н. Лодыгин и др. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2011.

Храмцов А. Г. Технология продуктов из вторичного молочного сырья / А. Г. Храмцов, С. В. Василисин, С. А. Рябцева, Т. С. Воротникова. – С.Пб.: ГИОРД, 2009.

Храмцов А.Г. Биотрансформация нанокластеров молочной сыворотки / А.Г. Храмцов, А.Д. Лодыгин. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2010.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЛКОВЫХ ВЕЩЕСТВ В МОЛОКЕ МЕТОДОМ ФОРМОЛЬНОГО ТИТРОВАНИЯ

Метод основан на связывании свободных аминокрупп белков альдегидными группами формалина, в результате чего кислотность молока изменяется. Наблюдается сдвиг (на кривой титрования) в область более низких значений рН. Метод применим для определения суммы белковых веществ в молоке (кислотностью не выше 22 °Т).

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 и вторично титруют до такой окраски, как и при первом титровании.

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. Во избежание отстоя сливок эталон рекомендуется периодически переливать.

Долю общего белка в молоке можно определить также по таблице А1.

Таблица А1

Количество 0,1 н раствора NaOH, см ³	Массовая доля белков в молоке, %	Количество 0,1 н раствора NaOH, см ³	Массовая доля белков в молоке, %
1	2	3	4
2,45	2,35	3,30	3,16
2,50	2,40	3,35	3,21
2,55	2,44	3,40	3,25
2,60	2,49	3,45	3,31
2,65	2,54	3,50	3,35
2,70	2,59	3,55	3,40
2,75	2,64	3,60	3,45
2,80	2,69	3,65	3,50
2,85	2,73	3,70	3,55
2,90	2,78	3,75	3,60
2,95	2,83	3,80	3,65
3,00	2,88	3,85	3,69
3,05	2,93	3,90	3,74
3,10	2,98	3,95	3,79
3,15	3,03	4,00	3,84
3,20	3,07	4,05	3,89
3,25	3,12	4,10	3,94

Параллельно проводят контрольный опыт по нейтрализации смеси 20 см³ воды и 5 см³ раствора формальдегида.

Обработка результатов.

Массовую долю белка (X_2) в процентах вычисляют по формуле:

$$X_2 = (V_2 - V_1 - V_0) * 0,96 + X_1, \quad (1)$$

где: V_2 - общее количество раствора, израсходованное на нейтрализацию, см^3 ;

V_1 - количество раствора, израсходованное на нейтрализацию до внесения формальдегида, см^3 ;

V_0 - количество раствора, израсходованное на контрольный опыт, см^3 ;

0,96 - эмпирический коэффициент, % / см^3 ;

X_1 - поправка к результату измерения массовой доли белка, %.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ ЛАКТОЗЫ В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Отмеривают пипеткой в пробирку 5 см³ исследуемого молочного продукта, прибавляют 5-6 капель 4%-го раствора хлорида кальция. Пробирки закрывают пробками и помещают в водяную баню с кипящей водой на 5 мин., затем их охлаждают до 15 °С, при этом обращают внимание на то, чтобы капли конденсирующейся воды не оставались на стенках пробирки. Затем открывают пробку и осторожно вытягивают сыворотку в стеклянную трубку, нижний конец которой закрыт ватой для фильтрации сыворотки. Каплю прозрачной сыворотки наносят на поверхность нижней призмы рефрактометра и медленно опускают верхнюю призму и проводят измерения.

Массовую долю молочного сахара в молоке находят по таблице Б1.

Таблица Б1 – Зависимость массовой доли лактозы в молоке от показателя преломления

Показатель преломления при 17,5°С	Массовая доля молочного сахара, %	Показатель преломления при 17,5°С	Массовая доля молочного сахара, %	Показатель преломления при 17,5°С	Массовая доля молочного сахара, %
1,3390	3,01	1,3405	3,72	1,3420	4,49
91	3,06	06	3,77	21	4,54
92	3,11	07	3,82	22	4,59
93	3,16	08	3,78	23	4,64
94	3,21	09	3,93	24	4,69
95	3,26	10	3,98	25	4,74
96	3,31	11	4,03	26	4,79
97	3,36	12	4,08	27	4,84
98	3,42	13	4,13	28	4,89
99	3,47	14	4,18	29	4,95
1,3400	3,52	15	4,23	30	5,00
01	3,57	16	4,28	31	5,05
02	3,62	17	4,33	32	5,10
03	3,67	18	4,38	33	5,15
04	3,70	19	4,44	34	5,20

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВОЙ ДОЛИ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ (ЗОЛЫ) В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ

В тигли помещают 3 г исследуемого продукта, взвешивают. Тигли выдерживают на кипящей водяной бане до испарения влаги и сушат в сушильном шкафу при (120 ± 2) °С в течение 30 мин. После сушки тигли с содержимым нагревают (не менее 1 ч) под вытяжкой над низким пламенем газовой горелки или на электрической плитке до обугливания продукта, не допуская его горения.

Тигли с обугленным продуктом помещают в муфельную печь, озоляют при температуре (825 ± 25) °С до тех пор, пока зола в тиглях не станет белой, затем тигли охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Повторяют озоление содержимого тиглей в муфельной печи, каждый раз 30–60 мин до тех пор, пока разница между двумя последовательными взвешиваниями будет не более 0,001 г. Общая продолжительность озоления – 4–6 ч.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА БЕЛКОВ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Цель и содержание 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 и выход продуктов гидролиза сывороточных белков.

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, протолецентрин, 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 СКФУ 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 и материалы: термостат, рефрактометр, колбы термостойкие емкостью 200 – 250 см³, пипетки стерильные на 1 см³ и 10 см³, сыворотка молочная, концентрат сывороточных белков, препарат панкреатина, 1 Н раствор гидроксида натрия, 0,1%-й спиртовой раствор фенолфталеина, 2,5 %-й раствор сульфата кобальта, формоловая смесь, 0,01 Н раствор гидроксида натрия, вода дистиллированная.

Указания по технике безопасности

Студенты могут быть допущены к работе только после ознакомления с правилами техники безопасности. Знание студентами правил техники безопасности преподаватель проверяет и фиксирует в журнале. При выполнении

анализов нужно быть внимательным, соблюдать осторожность, все операции проводить аккуратно, без спешки, в рабочем халате. Категорически запрещается принимать пищу за лабораторным столом и пробовать на вкус химические вещества. При работе с термостатами, сушильными шкафами, магнитными мешалками следует соблюдать общие правила электробезопасности, категорически запрещается отбор проб из термостатов и сушильных шкафов во включенном состоянии.

Методика и порядок проведения работы.

Порядок проведения работы представлен в виде блок-схемы алгоритма на рисунке 1.

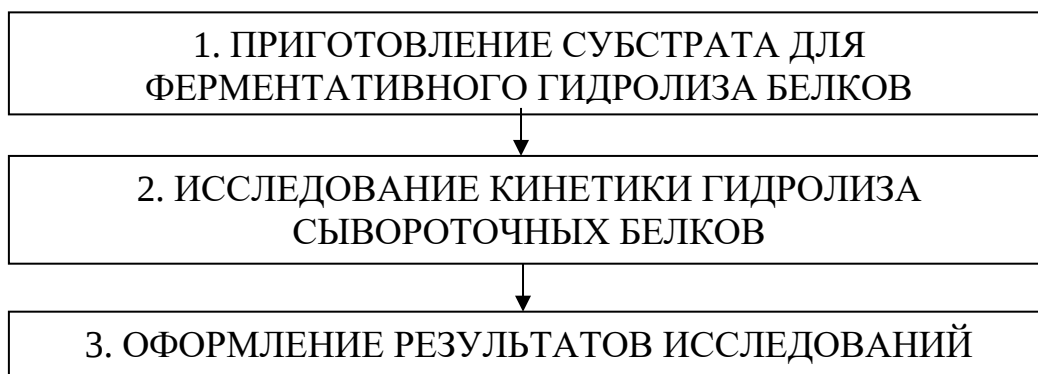


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма проведения лабораторной работы «Исследование процесса ферментативного гидролиза белков молочной сыворотки»

Пояснения к блокам.

БЛОК 1. В качестве объектов исследований могут быть использованы подсырная сыворотка, жидкий концентрат сывороточных белков с массовой долей сухих веществ (10 – 15) %, растворы сухого концентрата сывороточных белков с массовой долей сухих веществ (5 – 10) %. Процесс гидролиза концентрата сывороточных белков молока осуществляется по аналогии с гидролизом молока и проходит по следующей схеме.

Пастеризация образцов концентрата сывороточных белков объемом (200 – 250) см³ 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 (45 – 50) °С.

Внесение оптимальной дозы фермента. Для препарата панкреатина квалификации «медицинский» активностью 45 ед./г рекомендовано вносить 0,1 % от объема сырья. Хлороформ вносится в объеме 0,5 %.

Для изучения влияния значения pH субстрата на эффективность действия ферментного препарата панкреатина готовят контрольный образец (без регулирования pH среды) и опытные образцы, в которых pH среды устанавливают путем внесения 1 Н раствора NaOH до значений pH 7,0; 8,0; 9,0.

БЛОК 2. Проведение гидролиза. Процесс гидролиза проводят при температуре (45 – 50) °С, в течении (14 – 16) часов. В исходном сырье, в инкубационной смеси в первые (3 – 4) часа и по завершении опыта определяют концентрацию аминного азота (по методике, описанной в приложении 10).

БЛОК 3. По результатам исследований строят графики зависимости концентрации аминного азота от продолжительности термостатирования образцов концентрата сывороточных белков или молочной сыворотки с постоянными значениями pH среды. Результаты исследований заносят в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты исследований процесса ферментативного гидролиза белков молочной сыворотки.

№ образца	Температура, °С	pH среды	Продолжительность, часов	Концентрация аминного азота, мг/100 г
1	45	контроль		
2		7,0		
3		8,0		
4		9,0		
5	50	контроль		
6		7,0		
7		8,0		
8		9,0		

По полученным зависимостям проводят анализ влияния температуры и pH среды на эффективность процесса гидролиза белков молочной сыворотки препаратом панкреатина.

Содержание отчета и его форма. Отчет о выполнении работы должен включать:

- титульный лист;
- цель работы и краткое теоретическое обоснование проводимых исследований;
- алгоритм и методики проведения исследований;
- результаты исследований и расчетов, графические зависимости;
- выводы.

Контрольные вопросы и защита работы:

- общие закономерности биосинтеза аминокислот;
- метаболические пути биосинтеза лизина;
- биохимические закономерности направленного синтеза глутаминовой кислоты;

- механизмы направленного синтеза ароматических аминокислот на примере триптофана;

- ферментативное разделение оптических изомеров аминокислот;

- классификация протеолитических ферментов;

- характеристика ферментных препаратов, используемых для гидролиза пищевых белков;

технологии получения гидролизатов белков молока, области их применения.

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ АМИННОГО АЗОТА

При гидролизе происходит расщепление сывороточных белков на полипептиды и аминокислоты и в гидролизате увеличивается количество свободных аминных групп. Полипептиды и аминокислоты являются амфотерными веществами. В водном растворе они способны диссоциировать как кислоты и как основания, поэтому определить количество кислотных и основных групп методом титрования можно только в том случае, если одна из них блокирована. Принцип метода формольного титрования основан на том, что прибавлением избытка формальдегида блокируются аминогруппы, а количество свободных карбоксильных групп определяют титрованием щелочью.

Определяя количество щелочи, пошедшее при формоловом титровании на нейтрализацию свободных карбоксильных групп до начала гидролиза и по окончании его, вычисляют какое количество щелочи связалось с карбоксильными группами вновь образовавшихся полипептидов и аминокислот.

Поскольку при разрыве пептидной связи освобождаются амминные и карбоксильные группы в эквивалентных количествах, то по количеству щелочи, пошедшей на нейтрализацию карбоксильных групп, можно определить количество свободных аминогрупп.

При расчетах количества азота свободных аминогрупп учитывают, что 1 см³ 0,01 н раствора щелочи эквивалентен 0,14 мг азота.

Ход анализа:

Приготовление формоловой смеси. В коническую колбу наливают 60 см³ формалина (40-45 %-й раствор) к нему добавляют 30 см³ этилового спирта (96 %) и 2 см³ фенолфталеина. Затем к приготовленной смеси прибавляют 1-2 капли 1 н раствора NaOH до бледно-розового окрашивания.

Приготовление контрольной пробы. В коническую колбу наливают 5 см³ дистиллированной воды, 2,5 см³ формоловой смеси и 3 см³ 0,01 н раствора гидроксида натрия.

Жидкость приобретает ярко-красное окрашивание (рН смеси больше 10). Содержимое контрольной пробы титруют 0,01 н раствором соляной и серной кислоты до бледно-розовой окраски (рН 8,3) и прибавляют 0,2 мл (4-5 капель) 0,01 н раствора гидроксида натрия. Жидкость принимает розово-красный цвет (рН 9,1).

Опытная проба. В коническую колбу отмеривают пипеткой 5 см³ концентрата сывороточных белков (до гидролиза) добавляют 2,5 см³

формоловой смеси и титруют 0,01 н раствором щелочи до розово-красного цвета, т.е. до тех пор, пока окраска жидкости в опытной пробе не станет одинаковой с окраской контрольной пробы. Записывают количество щелочи, пошедшей на титрование опытно пробы.

Далее проводят гидролиз и после термостатирования гидролизат используют для титрования, вновь заготавливая две пробы: контрольную и опытную. По разности результатов титрования двух опытных проб, взятых до начала гидролиза и по окончании его, определяют количество щелочи, пошедшей на титрование полипептидов и аминокислот, образовавшихся в процессе гидролиза.

Прирост свободных карбоксильных, а, следовательно, и аминных групп выражают в миллиграммах азота, для чего полученную разность, выраженную в миллилитрах 0,01 н раствора щелочи, умножают на грамм-эквивалент азота (0,14). Вычисляют прирост аминокислот в процентах к сухому веществу, подвергнутому гидролизу.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ**

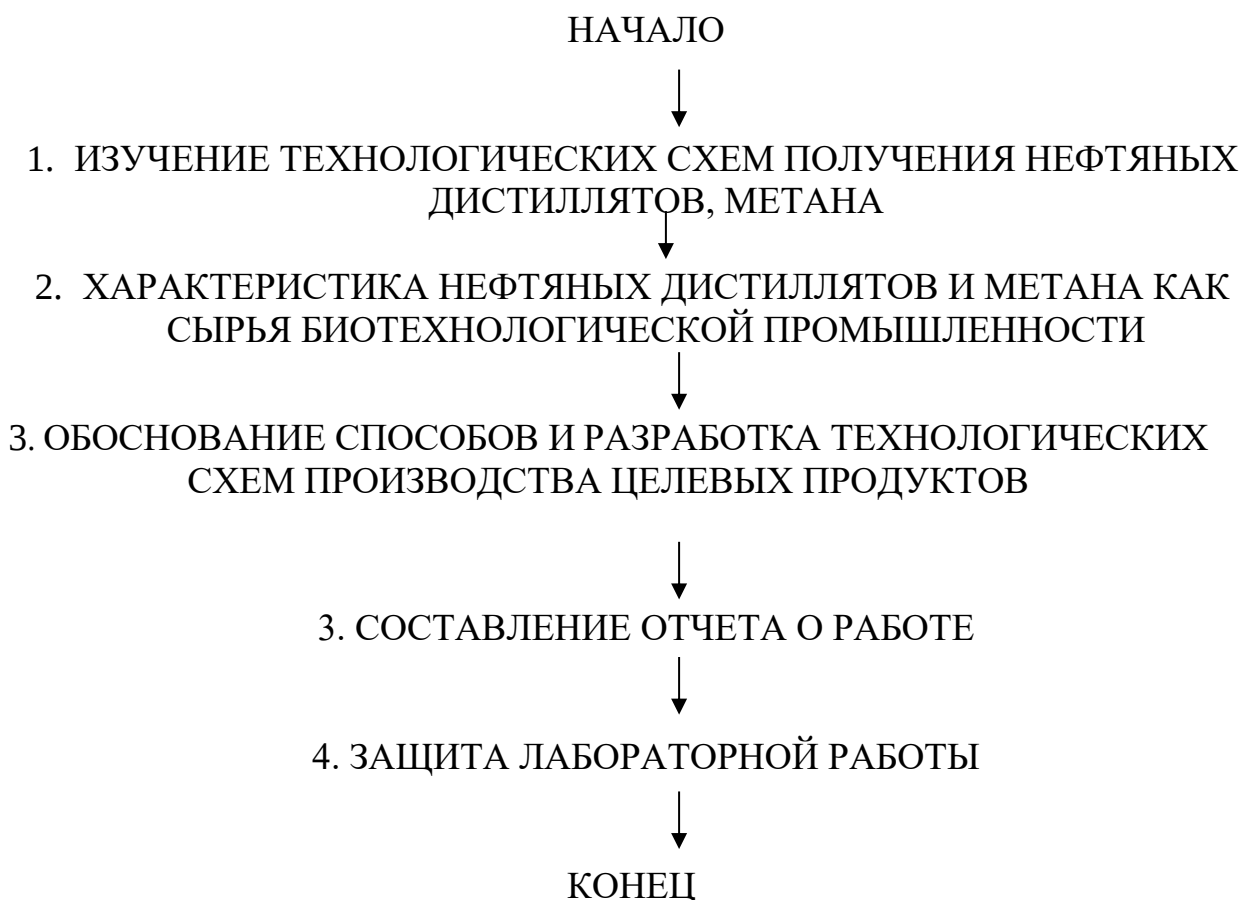
Направление подготовки	19.04.01 Биотехнология
Направленность (профиль)	Биотехнология продуктов функционального питания и биологически активных веществ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

ИЗУЧЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Цель работы: рассмотреть технологические схемы и аппаратное оформление процессов получения нефтяных дистиллятов; проанализировать требования к данному виду углеводородсодержащего сырья при использовании в микробиологической промышленности; обосновать выбор рецептур питательных сред, микроорганизмов-продуцентов и технологических режимов получения целевых продуктов при культивировании на различных видах сырья; разработать технологические схемы производства целевых продуктов.

АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ



БЛОК 1. Углеродсодержащее сырье является основным для микробиологических производств. Источники углерода, используемые в биотехнологии (таблица), одновременно выполняют функцию носителей энергии, водорода и, в большинстве случаев, кислорода. С точки зрения метаболизма микробной клетки большое значение имеют строение углеродной цепи и степень окисления углеродных атомов. Легкодоступными для большинства продуцентов являются сахара, многоатомные спирты. Некоторые микроорганизмы обладают способностью ассимилировать спирты (этанол, метанол), уксусную и другие карбоновые кислоты, углеводороды.

БЛОК 2. Привести данные о составе нефтяных дистиллятов, метансодержащих ферментационных сред. Сформулировать требования, предъявляемые к данным видам сырья при составлении рецептур питательных сред для культивирования микроорганизмов: качественный и количественный состав источников углерода, азота, фосфора, макро- и микроэлементов; наличие стимуляторов и ингибиторов биохимических процессов.

БЛОК 3. На основании индивидуального задания (приложение 1) обосновать выбор вида микроорганизмов и состава питательной среды для получения заданного целевого продукта, разработать аппаратурно-процессовую технологическую схему получения целевого продукта и ее описание с указанием параметров основных технологических операций.

БЛОК 4. Отчет по работе должен включать:

- титульный лист;
- цель работы;
- состав сырья и требования к сырью в биотехнологической промышленности;
- описание способов и технологические схемы получения нефтяных дистиллятов;
- технологическую схему и описание разработанного способа получения целевого продукта;
- выводы.

БЛОК 5. Контрольные вопросы:

- характеристика фракций н-алканов, метана как сырья для биотехнологических производств;
- способы получения фракций н-алканов, метана для процессов культивирования микроорганизмов;
- технологические особенности получения микробного белка при культивировании продуцентов на н-алканах, метансодержащих средах;
- технология получения белково-жировых дрожжей, биожира и биошрота при культивировании продуцентов на нефтяных дистиллятах, метансодержащих средах.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

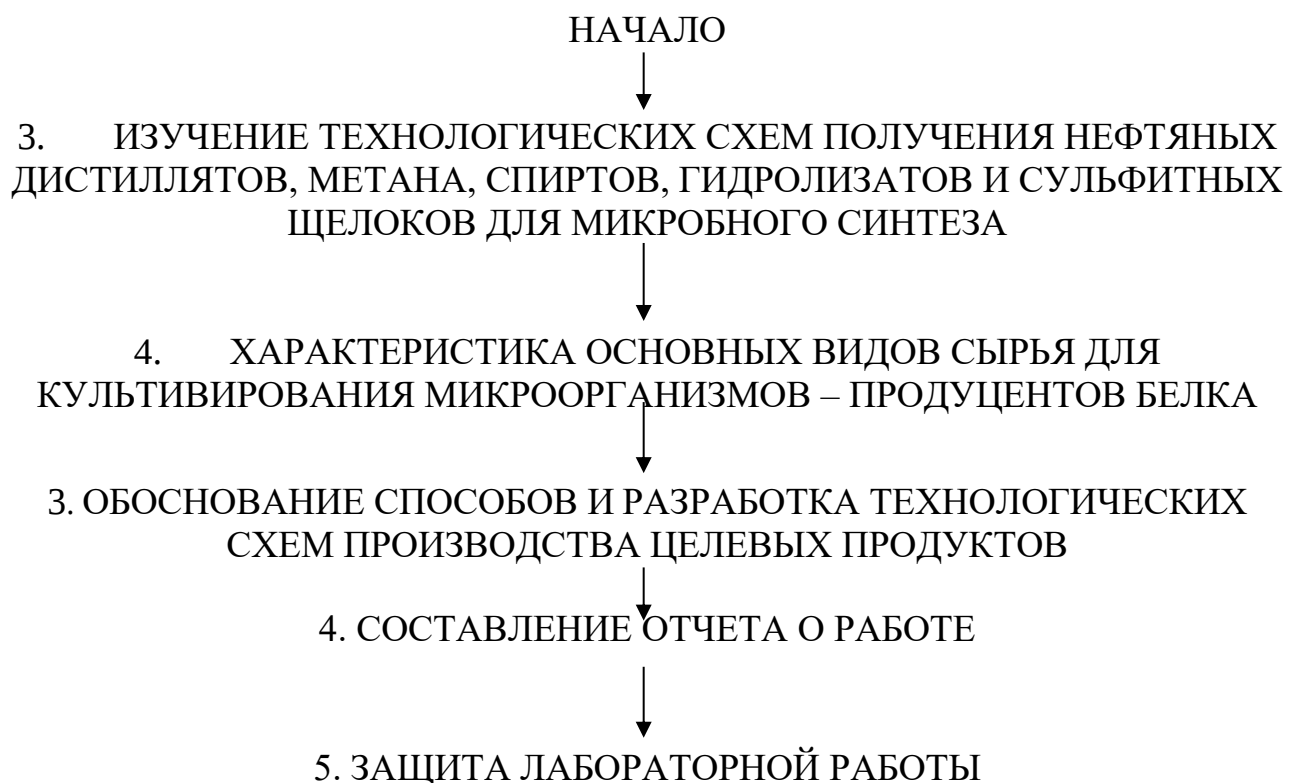
№ варианта	Субстрат	Целевой продукт
1	н-алканы	Белково-жировые дрожжи
2	н-алканы	Биожир и биошрот
3	н-алканы	БВК
4	метан	Белково-жировые дрожжи
5	метан	Биожир и биошрот
6	метан	БВК

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

ИЗУЧЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА БЕЛКОВО-ВИТАМИННЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ ПРОДУЦЕНТОВ НА РАЗЛИЧНЫХ СУБСТРАТАХ

Цель работы: рассмотреть технологические схемы и аппаратное оформление процессов получения нефтяных дистиллятов; проанализировать требования к данному виду углеродсодержащего сырья при использовании в микробиологической промышленности; рассмотреть технологические схемы и аппаратное оформление процессов получения спиртов, гидролизатов растительного сырья и сульфитных щелоков; обосновать выбор рецептур питательных сред, микроорганизмов-продуцентов и технологических режимов получения целевых продуктов при культивировании на различных видах сырья; разработать технологические схемы производства целевых продуктов.

АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ



БЛОК 1. Углеродсодержащее сырье является основным для микробиологических производств. Источники углерода, используемые в биотехнологии (таблица), одновременно выполняют функцию носителей энергии, водорода и, в большинстве случаев, кислорода. С точки зрения метаболизма микробной клетки большое значение имеют строение углеродной цепи и степень окисления углеродных атомов. Легкодоступными для большинства продуцентов являются сахара, многоатомные спирты. Некоторые микроорганизмы обладают способностью ассимилировать спирты (этанол, метанол), уксусную и другие карбоновые кислоты, углеводороды.

Способы получения гидролизатов растительного сырья и торфа, сульфитных щелоков для нужд биотехнологической промышленности изучаются по литературным источникам и лекционному материалу. В отчете по работе следует привести краткое описание технологии и аппаратное оформление следующих способов получения сырья:

- получение метанола на основе синтез-газа;
- синтез этанола сернокислотной гидратацией этилена;
- синтез этанола прямой гидратацией этилена;
- получение уксусной кислоты окислением этилена;
- получение уксусной кислоты карбонилированием метанола
- гидролиз растительного сырья перколяционным способом с последующей очисткой гидролизата;
- гидролиз торфа непрерывным способом с последующей очисткой гидролизата;
- получение сульфитных щелоков и их подготовка к процессам культивирования дрожжей.

БЛОК 2. Привести данные о составе нефтяных дистиллятов, метансодержащих ферментационных сред, гидролизатов растительного сырья и торфа, сульфитных щелоков. Сформулировать требования, предъявляемые к данным видам сырья при составлении рецептур питательных сред для культивирования микроорганизмов: качественный и количественный состав

источников углерода, азота, фосфора, макро- и микроэлементов; наличие стимуляторов и ингибиторов биохимических процессов.

БЛОК 3. На основании индивидуального задания (приложение 1) обосновать выбор вида микроорганизмов и состава питательной среды для получения заданного целевого продукта, разработать аппаратурно-процессовую технологическую схему получения целевого продукта и ее описание с указанием параметров основных технологических операций.

БЛОК 4. Отчет по работе должен включать:

- титульный лист;
- цель работы;
- состав сырья и требования к сырью в биотехнологической промышленности;
- описание способов и технологические схемы получения нефтяных дистиллятов;
- технологическую схему и описание разработанного способа получения целевого продукта;
- выводы.

БЛОК 5. Контрольные вопросы:

- характеристика фракций н-алканов, метана как сырья для биотехнологических производств;
- способы получения фракций н-алканов, метана для процессов культивирования микроорганизмов;
- технологические особенности получения микробного белка при культивировании продуцентов на н-алканах, метансодержащих средах;
- технология получения белково-жировых дрожжей, биожира и биошрота при культивировании продуцентов на нефтяных дистиллятах, метансодержащих средах;
- характеристика метилового и этилового спиртов как сырья для биотехнологических производств;

- способы получения метанола и этанола для микробиологической промышленности;
- обоснование к уксусной кислоте как сырью для микробиологической промышленности;
- технологические особенности культивирования микроорганизмов при получении микробного белка на метаноле и этаноле;
- характеристика гидролизатов растительного сырья и торфа, сульфитных щелоков как сырья для биотехнологических производств;
- способы получения гидролизатов и сульфитных щелоков для процессов культивирования микроорганизмов;
- технологические особенности получения микробного белка при культивировании продуцентов на гидролизатах и сульфитных щелоках;
- технология получения белково-жировых дрожжей, биожира и биошрота при культивировании продуцентов на гидролизатах торфа.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

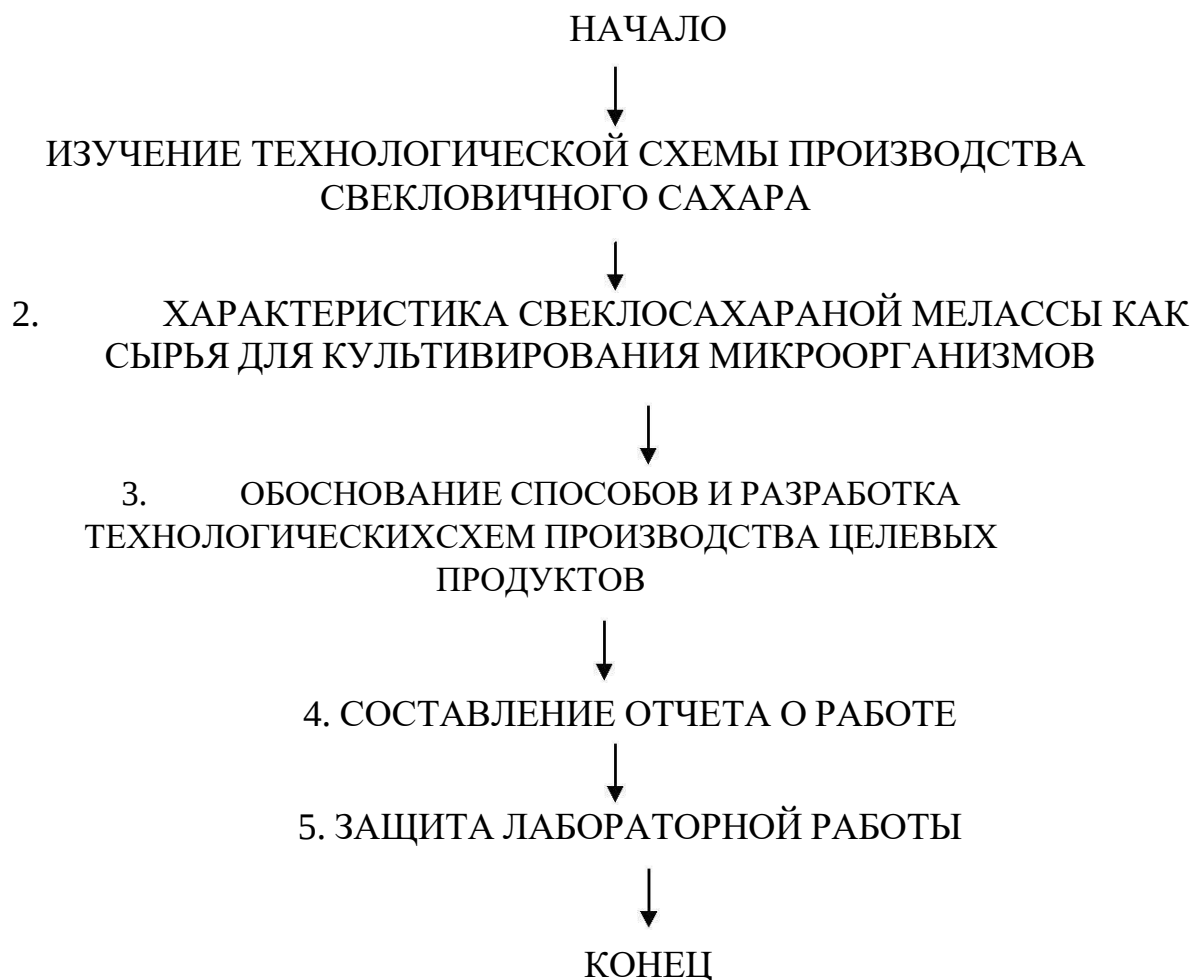
№ варианта	Субстрат	Целевой продукт
1	н-алканы	Белково-жировые дрожжи
2	н-алканы	Биожир и биошрот
3	н-алканы	БВК
4	метан	Белково-жировые дрожжи
5	метан	Биожир и биошрот
6	метан	БВК
7	метиловый спирт	БВК
8	этиловый спирт	Микробный белок
9	гидролизат растительного сырья	Белково-жировые дрожжи
10	сульфитный щелок	БВК

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

ИЗУЧЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ СВЕКЛОСАХАРНОЙ МЕЛАССЫ

Цель работы: рассмотреть технологическую схему производства свекловичного сахара с образованием мелассы, рассмотреть состав и свойства мелассы как сырья для промышленного культивирования микроорганизмов; обосновать выбор рецептур питательных сред, микроорганизмов-продуцентов и технологических режимов получения целевых продуктов при культивировании на мелассных средах; разработать технологические схемы производства целевых продуктов.

АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ



БЛОК 1. Изучить технологическую схему и аппаратное оформление процессов производства свекловичного сахара. Проанализировать, какие факторы влияют на состав и свойства свекловичной мелассы.

БЛОК 2. Рассмотреть требования к мелассе как сырью для микробиологической промышленности. В отчете привести данные о составе, физико-химических, микробиологических показателях свеклосахарной мелассы, проанализировать пригодность мелассы как компонента питательных сред (наличие биогенных элементов, ингибирующих веществ). Составить аппаратно-процессовую технологическую схему подготовки мелассы к процессам культивирования микроорганизмов.

БЛОК 3. На основании индивидуального задания (приложение 1) обосновать выбор вида микроорганизмов и состава питательной среды для получения заданного целевого продукта, разработать аппаратно-процессовую технологическую схему получения целевого продукта и ее описание с указанием параметров основных технологических операций.

БЛОК 4. Отчет по работе должен включать:

- титульный лист;
- цель работы;
- описание технологии получения свекловичного сахара с образованием мелассы;
- обоснование использования мелассы как сырья биотехнологической промышленности;
- технологическую схему подготовки мелассы к процессам культивирования микроорганизмов;
- технологическую схему и описание разработанного способа получения целевого продукта;
- выводы.

БЛОК 5. Контрольные вопросы:

- влияние технологических факторов процессов производства свекловичного сахара на состав и свойства мелассы;
- характеристика свеклосахарной мелассы как сырья для микробиологических производств;
- общие технологические процессы подготовки мелассы к процессам ферментации;
- технология получения пекарских дрожжей на мелассных средах;
- технология получения этилового спирта на мелассных средах;
- технологии производства органических кислот на мелассных средах;
- технология микробного синтеза концентратов и препаратов аминокислот на мелассных средах.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

№ варианта	Целевой продукт
1	Хлебопекарные дрожжи
2	Этиловый спирт
3	Лимонная кислота
4	Молочная кислота
5	Концентрат кормового лизина
6	Глутаминовая кислота
7	Концентрат кормового триптофана

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

КЛАССИФИКАЦИЯ МОЛОЧНО-БЕЛКОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Цель и содержание: изучить классификацию МБК и высокобелковых концентратов на основе молочного сырья, проанализировать влияние технологических факторов на выход готового продукта, усвоить методы контроля качества при производстве МБК.

Теоретическое обоснование

Молочно-белковые концентраты – продукты, вырабатываемые из нормализованного или обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки посредством увеличения в их составе содержания белков молока при выполнении ряда общих и специфических технологических операций.

Общие:

- приемка, первичная обработка и резервирование сырья;
- подогрев, сепарирование и/или нормализация сырья;
- составление смесей (при выработке комбинированных продуктов);
- пастеризация и гомогенизация смесей;
- охлаждение нормализованных смесей до заданной температуры;
 - заквашивание и сквашивание смесей и/или другие технологические операции, присущие данному продукту;
- упаковка, маркировка, хранение.

специфические:

- выделение фракций молочных белков – казеиновых, альбуминных, совместное осаждение белков (копреципитаты);
- составление смесей на основе молочных белков для продуктов функционального питания или других полуфабрикатов;
- биотехнологические методы обработки (ферментация, гидролиз, изомеризация лактозы и др.).

Аппаратура и материалы: прибор Чижовой для определения массовой доли влаги в молочных продуктах; термометр спиртовой; центрифуга; баня водяная, весы аналитические; титровальная установка; кислота серная плотностью 1,81–1,82 г/см³; спирт изоамиловый; фенолфталеина 0,1 %-й спиртовой раствор; 0,1 н раствор гидроксида натрия; 2,5 %-й раствор сульфата кобальта; образцы молока цельного и обезжиренного; жиромеры молочные; пробки резиновые для жиромеров пипетки на 10,77 см³, 10 см³, 1 см³; приборы для отмеривания серной кислоты и изоамилового спирта на 10 см³ и 1 см³; колбы конические ёмкостью 150–200 см³; пробки резиновые, цилиндры, воронки; лавсановые фильтры; ступки фарфоровые с пестиками.

Методика и порядок выполнения работы

Порядок выполнения работы представлен в виде блок-схемы алгоритма на рисунке 1.



Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма выполнения лабораторной работы

Пояснения к блокам

БЛОК 1. Составить общее представление о молочно-белковых концентратах, выпускаемых на основе молочного сырья, изучить их номенклатуру по литературным источникам.

БЛОК 2. Инструктаж проводится преподавателем перед началом выполнения работы, о чем в журнале по технике безопасности делается соответствующая отметка.

БЛОК 3. Составить общую схему классификации МБК по примеру приведенному на рисунке 2. Разработать схему классификации отдельных видов МБК по индивидуальному заданию к данной работе.

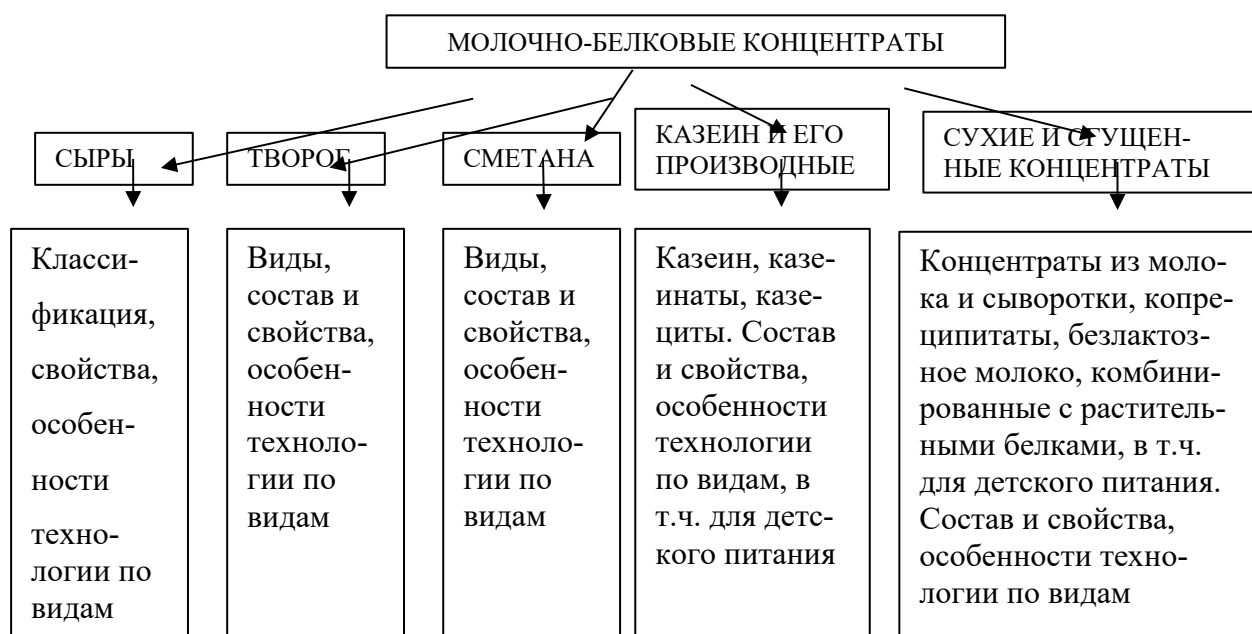


Рисунок 2 – Пример выполнения классификации МБК

БЛОК 4. Изучить состав и свойства получаемых продуктов (1–2 вида по индивидуальному заданию). Особое внимание уделить конструированию состава продукта по его функциональному назначению.

БЛОК 5. Провести анализ требований к качеству сырья и готовой продукции. Уделить особое внимание требованиям к продуктам специального назначения (детские, диетические, геродиетические).

БЛОК 6. Изучить особенности технологии получения отдельных видов МБК (по индивидуальному заданию). Составить блок-схему алгоритма технологии получения одного – двух продуктов в данной области.

БЛОК 7. Указать основные направления переработки (для полуфабрикатов) и использования получаемых продуктов в зависимости от их назначения по специфическим биологическим и функциональным свойствам.

Содержание отчета и его форма:

1. Название и цель работы.
2. Теоретическое обоснование исследований.
3. Описание методики проведения работы.
4. Результаты исследований, таблицы, графики.
5. Выводы.

Вопросы для защиты работы:

- ассортиментная номенклатура МБК;
- общие вопросы технологии МБК. Классификация;
- технологические особенности производства отдельных видов МБК;
- виды изделий и полуфабрикатов по направлениям переработки и использования;
- специфические технологические операции при получении различных видов МБК;
- особенности биотехнологической обработки отдельных видов МБК;
- требования к качеству сырья и готовой продукции;
- методы контроля качества МБК.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КАЗЕИНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

Цель и содержание: изучить классификацию казеина и его производных, усвоить способы получения казеина, особенности технологии, проанализировать влияние технологических факторов на выход готового продукта и дать характеристику пороков готовой продукции – их причины и методы устранения, изучить направления использования этого класса МБК в производстве пищевых продуктов.

Теоретическое обоснование

Молочно-белковые концентраты получают из обезжиренного молока или сыворотки путем удаления воды, минеральных веществ и лактозы, а также путем одновременного концентрирования белков. В зависимости от массовой доли сухих веществ молочно-белковые концентраты подразделяют на жидкие и пастообразные, сухие. Кроме того, внутри каждой группы молочно-белковые концентраты делят по виду белка и растворимости в воде (рисунок 5).

Систематизированный перечень видов молочно-белковых концентратов с указанием массовой доли белка и сухих веществ изложен в приложении Б.

Казеин-сырец относят к классу нерастворимых, содержащих только казеин, жидким и пастообразным молочно-белковым концентратам; концентрат молочно-белковый в блоках представляет собой класс растворимых, содержащих казеин и сывороточные белки, жидких и пастообразных молочно-белковых концентратов. Казеин пищевой, казеин для пищевых казеинатов, казеин технический и казеин сычужный являются нерастворимыми, содержащими только казеин, сухими молочно-белковыми концентратами. Казеинат натрия и казецит пищевой обычный – класс растворимых, содержащих только казеин, сухих молочно-белковых концентратов.



Рисунок 5 – Классификация молочно-белковых концентратов

Копреципитаты пищевые растворимые, концентрат молочно-белковый сухой относят к классу растворимых, содержащих казеин и сывороточные белки, сухих молочно-белковых концентратов.

Казеин получают кислотной (или сычужной) коагуляцией белков из обезжиренного молока, казеинаты – растворением кислотного казеина в гидроокисях или солях щелочных (или щелочноземельных) металлов, а копреципитаты – термокальциевой коагуляцией комплекса казеина и сывороточных белков из обезжиренного молока.

Методика и порядок выполнения работы

Порядок проведения работы представлен на рисунке 6.

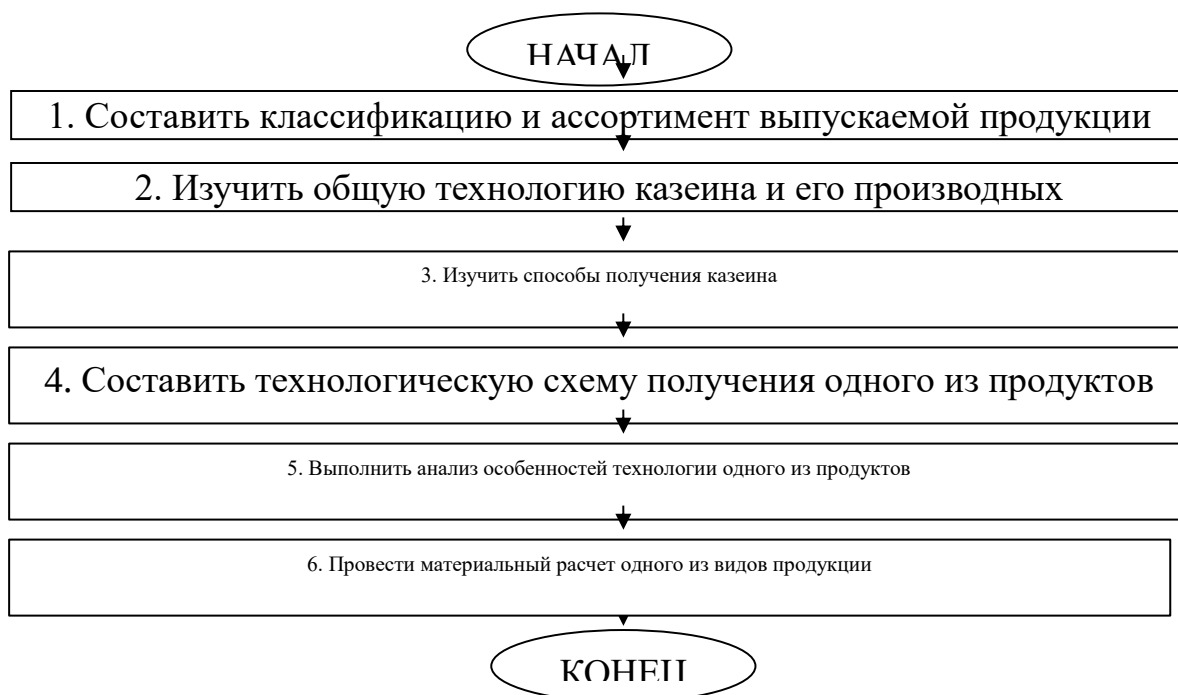


Рисунок 6 – Блок-схема алгоритма выполнения лабораторной работы

Пояснения к блокам

БЛОК 1. Составить общее представление о молочно-белковых концентратах, выпускаемых на основе вторичного молочного сырья: казеине и его производных. Изучить их номенклатуру по литературным источникам. Составить общую схему классификации данных видов МБК по заданию к лабораторной работе.

БЛОК 2. Изучить общую технологию получения казеина как основы для получения его производных (общее задание для всех подгрупп).

БЛОК 3. Описать способы получения казеина (кислотный, сычужный, термокальциевый) – общее задание для всех подгрупп. Изучить способы получения производных казеина – по индивидуальным заданиям.

БЛОК 4. Составить технологическую схему одного из видов данного класса МБК по индивидуальным заданиям.

БЛОК 5. Провести сравнительный анализ особенностей технологического процесса для данного вида продукта. Описать пороки, причины их

возникновения и меры по их устранению. Направления использования этого класса МБК в производстве пищевых продуктов (приложение Б).

БЛОК 6. На основании изучения особенностей технологии провести материальный расчет одного из видов продукции. Исходные данные для расчетов по вариантам приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные для расчета

№ варианта	Вид продукта	Производительность, кг/сут	
		по обезжиренному молоку	по продукту
1	Казеин технический	12000	-
2	Казеин технический	16000	-
3	Казеин пищевой	-	500
4	Казеин пищевой	-	1000
5	Казеин технический	-	550
6	Казеин технический	-	750
7	Казеин пищевой	22000	-
8	Казеин пищевой	25000	-

Схема материального расчета

Масса обезжиренного молока, поступившего на переработку (по заданию): $M_{об.м}$.

Расход сыворотки на коагуляцию:

$$M_{сыв} = H_{сыв} * M_{об.м}, \quad (5)$$

где $H_{сыв} = 29,5 \%$ – норма расхода сыворотки.

Масса смеси при коагуляции:

$$M_{см} = M_{об.м} + M_{сыв}. \quad (6)$$

Массу казеина сырца определяем по формуле:

$$M_{кс} = M_{об.м} + H_{об.м}, \quad (7)$$

где H – норма расхода обезжиренного молока на тонну казеина сырца:

$$H_{об.м} = 16,5 \text{ т/т}.$$

Масса казеиновой сыворотки:

$$M_{к.сыв}^{норм} = M_{см} - M_{кс}. \quad (8)$$

Масса казеиновой сыворотки с учетом потерь:

$$M_{к.сыв}^{теор} = 0,75 * M_{см}. \quad (9)$$

Потери сыворотки:

$$\Pi_{\text{сыв}} = M_{\text{к.сыв}}^{\text{норм}} - M_{\text{к.сыв}}^{\text{теор}}. \quad (10)$$

Расчет казеина технического

Масса казеина технического:

$$M_{\text{каз}}^{\text{норм}} = M_{\text{кс}} * C_{\text{кс}} / C_{\text{кт}}, \quad (11)$$

где $C_{\text{кс}} = 36 \%$ – м.д. СВ казеина сырца;

$C_{\text{кт}} = 88 \%$ – м.д. СВ казеина технического.

Масса казеина технического с учетом потерь выработки ($\Pi_{\text{в}} = 2 \%$):

$$M_{\text{кт}}^{\text{теор}} = 0,98 * M_{\text{кт}}^{\text{норм}}. \quad (12)$$

Потери выработки:

$$\Pi_{\text{выр}} = M_{\text{кт}}^{\text{норм}} - M_{\text{кт}}^{\text{теор}}. \quad (13)$$

Количество испаренной влаги при сушке:

$$W = M_{\text{кс}} - M_{\text{кт}}^{\text{норм}}. \quad (14)$$

Баланс казеина технического:

$$M_{\text{об.м}} + M_{\text{снв.}} = M_{\text{кт}}^{\text{теор}} + \Pi_{\text{выр}} + W + M_{\text{к.сыв}}^{\text{теор}} + \Pi_{\text{сыв}}.$$

Расчет казеина пищевого

Масса казеина пищевого:

$$M_{\text{кп}}^{\text{норм}} = M_{\text{кс}} * C_{\text{кс}} / C_{\text{кп}}, \quad (15)$$

где $C_{\text{кп}} = 88 \%$ – м.д. СВ казеина пищевого.

Масса казеина пищевого с учетом потерь выработки ($\Pi_{\text{в}} = 2 \%$):

$$M_{\text{кп}}^{\text{теор}} = 0,98 * M_{\text{кп}}^{\text{норм}}. \quad (16)$$

Потери выработки:

$$\Pi_{\text{выр}} = M_{\text{кп}}^{\text{норм}} - M_{\text{кп}}^{\text{теор}}. \quad (17)$$

Количество испаренной влаги при сушке:

$$W = M_{\text{кс}} - M_{\text{кп}}^{\text{норм}}. \quad (18)$$

Баланс казеина пищевого:

$$M_{\text{об.м}} + M_{\text{снв.}} = M_{\text{кп}}^{\text{теор}} + \Pi_{\text{выр}} + W + M_{\text{к.сыв}}^{\text{теор}} + \Pi_{\text{сыв}}.$$

Содержание отчета и его форма:

1. Название и цель работы.

2. Теоретическое обоснование исследований.

3. Описание общих вопросов по изучению технологии получения данного класса МБК, а также по индивидуальным заданиям.

4. Результаты исследований, таблицы, графики.

5. Выводы.

Вопросы для защиты работы:

- классификация казеина и его производных;
- технология получения казеина кислотным способом;
- технология получения казеина сычужным способом;
- технология получения казеина термокальциевым способом;
- основные принципы материальных расчетов одного из видов продуктов;
- направления использования одного из видов МБК в производстве пищевых продуктов.

Практическая работа № 6

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КАЗЕИНАТОВ И КАЗЕЦИТОВ

Цель и содержание: изучить классификацию казеинатов и казецитов, усвоить способы их получения и особенности технологии, проанализировать влияние технологических факторов на выход готового продукта и дать характеристику пороков готовой продукции – их причины и методы устранения, изучить направления использования этого класса МБК в производстве пищевых продуктов.

Теоретическое обоснование

В России промышленным способом вырабатывают казеинат натрия общего назначения и цитратные казеинаты или казециты (обычные и специальные). Казеинат натрия получают растворением казеина (свежеосажденного или сухого) в гидроокиси натрия с последующей сушкой коллоидной дисперсии. Казеинат натрия содержит до 90 % белка и характеризуется эмульгирующими, водосвязывающими и другими функциональными свойствами. Его используют для обогащения пищевых продуктов белком. Цитратные казеинаты (казециты) получают растворением свежеосажденного казеина (молочнокислого или солянокислотного) в смеси цитратных солей с последующей сушкой коллоидных растворов. Цитратные казеинаты предназначены для лечебного и детского питания.

При производстве казеината натрия в качестве сырья применяют сухой и свежеосажденный казеин. Технологические операции в обоих случаях одинаковы. Однако при использовании сухого казеина длительность процесса растворения в 2,5–3 раза больше, чем при переработке свежеосажденного казеина. Растворы казеината натрия, полученные из сухого казеина, имеют более высокую вязкость, поэтому для снижения вязкости перед подачей на сушку их нагревают до 80–85 °С, тогда как растворы казеината натрия из свежеосажденного казеина нагревают до 70–75 °С.

Методика и порядок выполнения работы

Порядок проведения работы представлен в виде блок-схемы алгоритма на рисунке 7.

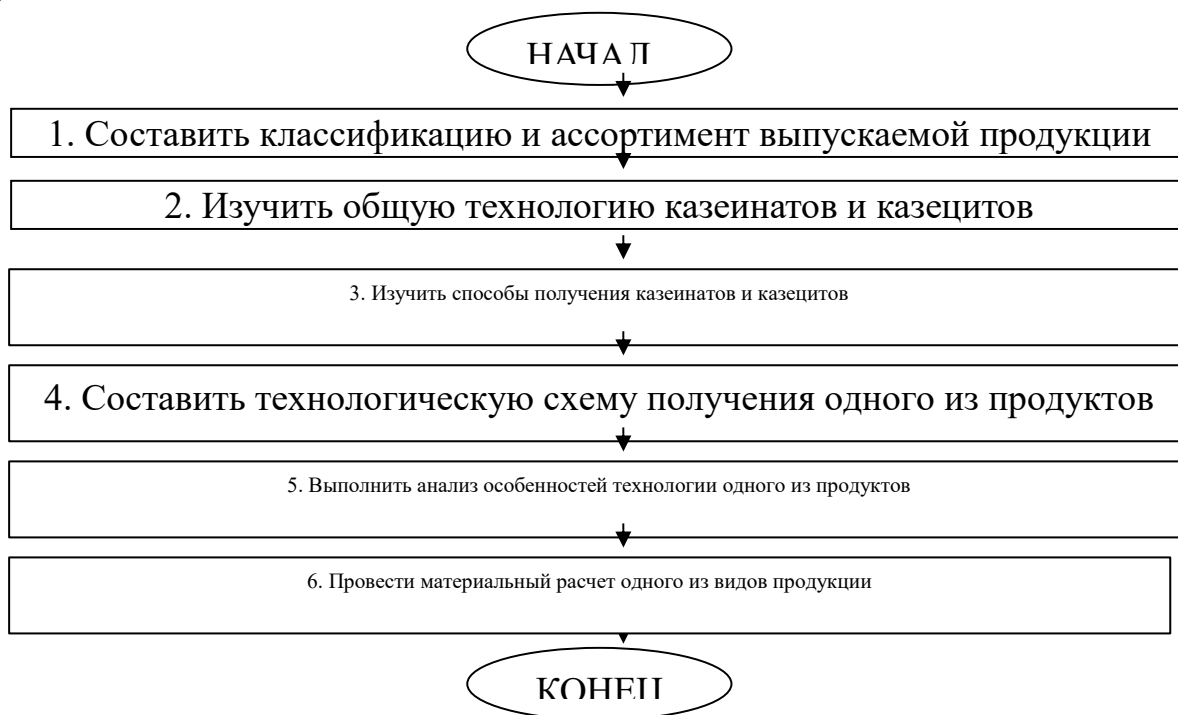


Рисунок 7 – Блок-схема алгоритма выполнения лабораторной работы

Пояснения к блокам

БЛОК 1. Составить общее представление о казеинатах и казецитах. Изучить их номенклатуру по литературным источникам.

БЛОК 2. Изучить технологию получения казеинатов и казецитов (общее задание для всех подгрупп).

БЛОК 3. Описать способы получения казеинатов и казецитов – общее задание для всех подгрупп. Изучить способы получения производных казеина (натриевых или цитратных) – по индивидуальным заданиям.

БЛОК 4. Составить технологическую схему одного из видов данного класса МБК по индивидуальным заданиям.

БЛОК 5. Провести сравнительный анализ особенностей технологического процесса для данного вида продукта (особое внимание уделить казецитам для детского питания). Описать пороки, причины их возникновения и меры по их устранению. Направления использования этого класса МБК в производстве пищевых продуктов (приложение Б).

БЛОК 6. На основании изучения особенностей технологии провести материальный расчет одного из видов продукции. Исходные данные для расчетов по вариантам приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные данные для расчета

№ варианта	Вид продукта	Производительность, кг/сут	
		по обезжиренному молоку	по продукту
1	Казеинат Na	-	350
2	Казецит	16000	-
3	Казеинат Na	19000	-
4	Казецит	-	420
5	Казеинат Na	-	250
6	Казецит	18000	-
7	Казеинат Na	25000	-
8	Казецит	-	280

Схема материального расчета.

Расчет казеината натрия

Масса NaOH (10 %-й раствор), пошедшего на растворение казеина сырца:

$$M_{\text{NaOH}} = H_3 * M_{\text{KC}}, \quad (19)$$

где $H_3 = 20\%$ – норма расхода 10%-го раствора NaOH на растворение казеина-сырца.

Масса растворенного казеината:

$$M_{\text{KNa}}^{\text{p}} = M_{\text{KC}}^{\text{Na}} + M_{\text{NaOH}}. \quad (20)$$

Массовая доля СВ растворенного казеината:

$$\text{CB}_{\text{KNa}}^{\text{p}} = M_{\text{KC}} * C_{\text{KC}} + M_{\text{NaOH}} * C_{\text{NaOH}} / M_{\text{KNa}}^{\text{p}}. \quad (21)$$

Выход казеината натрия:

$$M_{\text{KNa}}^{\text{норм}} = M_{\text{KNa}}^{\text{p}} * C_{\text{KNa}}^{\text{p}} / C_{\text{KNa}}^{\text{c}}, \quad (22)$$

где $C_{\text{KNa}}^{\text{c}} = 94\%$ – м.д. СВ сухого казеината натрия.

Масса казеината натрия с учетом потерь сушки:

$$M_{\text{KNa}}^{\text{теор}} = 0,98 * M_{\text{KNa}}^{\text{норм}}. \quad (23)$$

Потери сушки:

$$П_{\text{выр}} = M_{\text{KNa}}^{\text{норм}} - M_{\text{KNa}}^{\text{теор}}. \quad (24)$$

Количество испаренной влаги при сушке

$$W_{\text{KNa}} = M_{\text{KNa}}^{\text{p}} - M_{\text{KNa}}^{\text{норм}}. \quad (25)$$

Баланс казеината натрия:

$$M_{\text{об.м}} + M_{\text{снв}} + M_{\text{NaOH}} = M_{\text{KNa}}^{\text{теор}} + \Pi_{\text{выр}} + W_{\text{KNa}} + M_{\text{к.сыв}}^{\text{теор}} + \Pi_{\text{сыв}}.$$

Расчет казецита

Рассчитаем количество воды, необходимое для получения раствора казецита:

$$M_{\text{кв}}^{\text{p}} = M_{\text{кв}} * \text{CB}_{\text{кв}} / \text{CB}_{\text{кв}}^{\text{раствора}}, \quad (26)$$

где $\text{CB}_{\text{кв}}^{\text{раствора}} = 20\%$ – м.д. СВ раствора.

Масса воды:

$$M_{\text{в}} = M_{\text{кв}}^{\text{p}} - M_{\text{кв}}. \quad (27)$$

Масса сухих веществ казеина сырца:

$$M_{\text{св}}^{\text{кв}} = 0,36 * M_{\text{кв}}. \quad (28)$$

Количество вносимых солей:

$$M_{\text{соли}} = 0,01 * K_{\text{соли}} * M_{\text{св}}^{\text{кв}}, \quad (29)$$

где $K_{\text{соли}}$ – доза внесения соответствующей соли;

- натрия лимоннокислого

$$M_{\text{сNa}} = 0,01 * 3,2 * M_{\text{св}}^{\text{кв}}; \quad (30)$$

- калия лимоннокислого

$$M_{\text{сK}} = 0,01 * 2,8 * M_{\text{св}}^{\text{кв}}; \quad (31)$$

- карбоната натрия

$$M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,01 * 5 * M_{\text{св}}^{\text{кв}}. \quad (32)$$

Масса раствора с учетом внесенных солей:

$$M_{\text{каз}}^{\text{p}} = M_{\text{кв}}^{\text{p}} + M_{\text{сNa}} + M_{\text{сK}} + M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}. \quad (33)$$

Концентрация раствора с учетом внесенных солей:

$$C_{\text{каз}}^{\text{p}} = M_{\text{кв}} * \text{CB}_{\text{кв}} + M_{\text{солей}} / M_{\text{каз}}^{\text{p}}. \quad (34)$$

Масса казецита:

$$M_{\text{каз}}^{\text{норм}} = M_{\text{каз}}^{\text{p}} * C_{\text{каз}}^{\text{p}} / C_{\text{каз}}, \quad (35)$$

где $C_{\text{каз}} = 94\%$ – м.д. СВ казецита.

Масса казецита с учетом потерь сушки:

$$M_{\text{каз}}^{\text{теор}} = 0,98 * M_{\text{каз}}^{\text{норм}}. \quad (36)$$

Потери сушки:

$$\Pi_{\text{в}}^{\text{каз}} = M_{\text{каз}}^{\text{норм}} - M_{\text{каз}}^{\text{теор}}. \quad (37)$$

Количество испаренной влаги:

$$W_{\text{каз}} = M_{\text{каз}}^{\text{р}} - M_{\text{каз}}^{\text{норм}}. \quad (38)$$

Баланс казецита:

$$M_{\text{об.м}} + M_{\text{снв}} + M_{\text{в}} + M_{\text{солей}} = M_{\text{каз}}^{\text{теор}} + \Pi_{\text{в}}^{\text{каз}} + W_{\text{каз}} + M_{\text{к.сыб}}^{\text{теор}} + \Pi_{\text{сыб}}.$$

Содержание отчета и его форма:

1. Название и цель работы.
2. Теоретическое обоснование исследований.
3. Описание общих вопросов по изучению технологии получения данного класса МБК, а также по индивидуальным заданиям.
4. Результаты исследований, таблицы, графики.
5. Выводы.

Вопросы для защиты работы:

- классификация казеинатов;
- классификация казецитов;
- технология получения казеинатов;
- технология получения казецитов;
- основные принципы материальных расчетов одного из видов продуктов;
- направления использования одного из видов продуктов в производстве пищевых продуктов.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине **«Биотехнология получения биологически активных
веществ»**

для студентов направления подготовки
19.04.01 Биотехнология

Направленность (профиль): «Биотехнология продуктов функционального
питания и биологически активных веществ»

Ставрополь, 2025

ВВЕДЕНИЕ

Освоение программы дисциплины предполагает освоение теоретических знаний и формирование навыков их практического применения.

Самостоятельная работа студентов – важнейшая составная часть занятий, необходимая для полного усвоения программы курса.

Целью самостоятельной работы является закрепление и углубление знаний, полученных студентами на лекциях, подготовке к текущим лабораторным работам, промежуточным формам контроля знаний и к итоговому контролю.

Дидактические цели самостоятельных занятий:

- формирование профессиональных умений;
- формирование умений и навыков самостоятельного умственного труда;
- мотивирование регулярной целенаправленной работы по освоению дисциплины;
- развитие самостоятельности мышления;
- формирование убежденности, волевых черт характера, способности к самоорганизации.

Методическое обеспечение самостоятельной работы дисциплине состоит из:

- определения учебных вопросов, которые студенты должны изучить самостоятельно;
- подбора необходимой учебной литературы, обязательной для проработки и изучения;
- поиска дополнительной научной литературы, к которой студенты могут обращаться по желанию, если у них возникает интерес в данной теме;
- определения контрольных вопросов, позволяющих студентам самостоятельно проверить качество полученных знаний;
- организации консультаций преподавателя со студентами для разъяснения вопросов, вызвавших у студентов затруднения при самостоятельном освоении учебного материала.

Самостоятельная работа студента – это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как: уяснение цели и поставленной учебной задачи; четкое и системное планирование самостоятельной работы; поиск необходимой учебной и научной информации; освоение собственной информации и ее логическая переработка; проведение самоанализа и самоконтроля.

Основные виды самостоятельных работ по учебной дисциплине:

работа с понятийным аппаратом; поисковая работа с различными источниками; составление аннотированного списка литературы по проблеме.

Контроль знаний студентов включает формы текущего и итогового контроля.

Текущий контроль осуществляется в процессе изучения курса и включает в себя оценку работы студентов на лабораторных работах.

1 Общая характеристика самостоятельной работы

Целью изучения дисциплины «Биотехнология получения биологически активных веществ» является формирование профессиональных компетенций будущего бакалавра в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология, направленность (профиль) – Биотехнология продуктов функционального питания и биологически активных веществ.

Задачи дисциплины состоят в изучении на базе фундаментальных законов физики и химии общих процессов, протекающих в различных пищевых производствах, изучении современных аппаратов, общих методов их расчёта, путей рационализации процессов, выбора оптимальных конструкций аппаратов в конкретных производствах, в освещении основных технических проблем, научных достижений и современных тенденций использования новых физических методов обработки пищевых продуктов в тесной взаимосвязи с вопросами технологии.

Цели и задачи самостоятельной работы. Самостоятельная работа направлена на решения ряда задач, к которым относятся:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и лабораторных умений студентов;

- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов:
- творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Актуальность: Работа выпускника в современных условиях обуславливает необходимость изучения принципиальных подходов к изучению дисциплины. Знания, полученные в рамках изучения дисциплины необходимы на протяжении всей профессиональной деятельности.

Виды самостоятельной работы

Рабочей программой по дисциплине предусмотрено самостоятельное изучение материалов в т. ч. по темам лабораторных работ. Для успешного выполнения данного вида работ, необходимо самостоятельно детально изучить материалы представленных тем по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1	Подготовка к лекции	1 2	1 2	1 2	1
2	Подготовка к лабораторному занятию	1 2	1 2	1 2	1
3	Подготовка к практическому занятию	1 2	1 2	1 2	1
4	Самостоятельное изучение литературы	1 2	1 2	1 2	1

При изучении материалов по каждой теме необходимо составить краткий конспект наиболее важной информации.

Работа с конспектом лекций.

Просмотрите конспект сразу после занятий. Отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попробуйте найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.

Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и тестам.

Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе студентов относится подготовка к лабораторным работам по результатам которой студент представляет отчет преподавателю и проходит собеседование.

При самостоятельной подготовке к лабораторной работе студент:

- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению лабораторных работ;
- изучает информационные материалы;
- подготавливает и оформляет материалы лабораторных работ в соответствии с требованиями.

В результате выполнения указанных видов самостоятельной работы происходит **формирование компетенций** представленных ниже:

Код	Формулировка
УК-6	Способен определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
ОПК-1	Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области
ОПК-2	Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-4	Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследования для решения конкретных задач профессиональной деятельности
ОПК-7	Способен представлять результаты профессиональной деятельности на русском и иностранном языках в виде научных докладов, отчетов, обзоров и публикаций с использованием современных технологий
ОПК-8	Способен разрабатывать научно-техническую и нормативно-технологическую документацию на биотехнологическую продукцию, готовить материалы для защиты объектов интеллектуальной собственности
ПК-5	готовность к анализу влияния новых технологий, новых видов сырья и технологического оборудования на конкурентоспособность и потребительские качества продуктов функционального назначения и биологически активных веществ
ПК-6	Участие в научной и педагогической деятельности в области профессиональной деятельности

2 План-график выполнения самостоятельной работы

Правильная организация самостоятельной работы и ее систематичность, позволяет развивать умения и навыки; проводить систематизацию полученных знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

3. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

При изучении дисциплины у студентов должен вырабатываться рационально-критический подход к изучаемым проблемам и явлениям. Это включает понимание того, что со временем ряд информационных и теоретических материалов устаревает, требуя критического отношения. С другой стороны, каждый текущий вопрос имеет свою историю, которую тоже полезно знать.

Чтобы понять содержание теоретического материала, нужно уметь его прочитывать. Начинать следует с предварительного просмотра, в ходе которого ознакомиться с названием работы, с аннотацией, оглавлением, предисловием. Часто замысел работы ясен уже при ознакомлении с ее названием. Но особенно интересен просмотр оглавления, в результате которого становится ясным развитие мысли автора. Неплохо было бы появившиеся при этом мысли зафиксировать на бумаге.

Просматривая текст оглавления, нужно остановиться на тех главах, которые представляют для вас особенный интерес, бегло ознакомиться с ними, составляя в общих

чертах свое представление о них. Цель этого действия – найти места, относящиеся к искомой теме, определив при этом, что ценного в каждом из них.

Следующий этап – прочтение выделенных мест с фиксацией самых главных сведений. При этом надо четко и ясно осознавать цель чтения, постоянно держа ее перед собой: по какому вопросу нужна информация, для чего нужна, ее характер и т.д. необходимо менять режим чтения – от беглого вдумчивого – в зависимости от ценности информации, останавливаясь там, где это требуется для глубокого понимания текста.

Следует научиться определять структуру текста по соподчиненности его частей, учитывая взаимосвязь текста с рисунками, сносками, примечаниями и таблицами. Все это поможет пониманию текста при беглом ознакомлении с ним. Так вырабатывается способность при прочтении сразу понимать смысл и значение новой информации.

Многие книги и статьи имеют в своем аппарате списки литературы, которые дают возможность пополнить информационную осведомленность о дополнительной литературе по данному вопросу.

Отдельный этап прочтения – ведение записей прочитанного. Существует несколько видов записей: план, выписки, тезисы, аннотация, резюме, конспект.

Планом удобно пользоваться при подготовке к устному выступлению по выбранной теме. Каждый пункт плана должен раскрывать одну из сторон избранной темы, а весь план должен охватывать ее целиком.

Тезисы предполагают сжатое изложение основных положений текста в форме утверждения или отрицания. Они являются более совершенной формой записей и представляют основу для дискуссии. К тому же их легко запомнить.

Аннотация – краткое изложение содержания – дает общее представление о работе.

Резюме кратко характеризует выводы, главные итоги произведения.

Конспект является наиболее распространенной формой ведения записей. Основную ткань конспекта составляют тезисы, дополненные доказательствами и рассуждениями. Конспект может быть текстуальным, свободным или тематическим. Текстуальный представляет собой цитатник с сохранением логики работы и структуры текста. Свободный конспект основан на изложении материала в том порядке, который более удобен автору. В этом смысле конспект представляет собирание воедино мыслей, разбросанных по всей книге. Тематический конспект может быть составлен по нескольким источникам, где за основу берется тема, интерпретируемая по-разному.

Экономия времени дает использование при записях различного рода сокращений, аббревиатуры и т.д. многие используют для регистрации исследуемых тем систему карточек. Преимущество карточек в том, что тема там излагается очень сжато, и они очень удобны в использовании, т.к. их можно разложить на столе, перегруппировать и без труда найти искомую тему.

4. Методические указания по видам работ, предусмотренных рабочей программой

Работа на лекции является очень важным видом студенческой деятельности для изучения дисциплины «Биотехнология получения биологически активных веществ», т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов. Лектор ориентирует студентов в действующем законодательстве Российской Федерации и соответственно в учебном материале.

Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. или подчеркивать красной ручкой. Целесообразно разработать

собственную символику, сокращения слов, что позволит сконцентрировать внимание студента на важных сведениях. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.).

Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторной работе.

Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.

В процессе подготовки к лабораторной работе студент знакомится с рабочей программой дисциплины, темами и планами лабораторных работ, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины, проводит анализ основной нормативно-правовой и учебной литературы, после чего работает с рекомендованной дополнительной литературой.

Формы организации лабораторных работ определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. При устном выступлении по контрольным вопросам студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект профессиональных компетенций выпускника.

По окончании занятия студенту следует повторить выводы, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого студенту в течение лабораторной работы следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала студенту следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.

Для подготовки к зачету необходимо выполнить цикл лабораторных работ, тщательно изучить и проанализировать теоретические сведения по каждому виду работ. При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования основной и дополнительной литературой, научными статьями, а также ресурсами сети интернет.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения : учебник : [для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 19.03.01 "Биотехнология"] / О. А. Неверова, А. Ю. Просеков, Г. А. Гореликова [и др.]. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 318 с.
2. Основы биотехнологии Электронный ресурс : учебное пособие / Р.М. Турпанова / М.С. Исабекова / Ж.Б. Махатаева / Г.К. Жайлибаева. - Алматы : Нур-Принт, 2017. - 57 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-601-263-304-7
3. Ферментативная регуляция метаболизма : учебное пособие / Т.Н. Попова, В.Г. Артюхов, А.В. Семенихина, С.С. Попов, К.К. Шульгин ; Министерство образования и науки РФ ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный университет». - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014. - 144 с. : схем., табл. - (Учебник Воронежского государственного университета). - <http://biblioclub.ru/>. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9273-2111-7

Дополнительная литература:

1. Горленко, В. А. Научные основы биотехнологии / В.А. Горленко ; Н.М. Кутузова ; С.К. Пятунина, I, Нанотехнологии в биологии. - Москва : Прометей, 2013. - 262 с. - ISBN 978-5-7042-2445-7
2. Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии: учебное пособие/ В. В. Бирюков. - М.:КолосС:Химия,2004. - 296 с. (Для высшей школы). - Библиогр.: с. 295.
3. Егорова, Т. А. Основы биотехнологии : учеб. пособие для студ. вузов*. - 3-е изд., стереотип. - М. : ACADEMIA, 2006. - 208 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 205-206. - ISBN 5-7695-2808-7
4. Сироткин, А. С. Теоретические основы биотехнологии / А.С. Сироткин ; В.Б. Жукова. - Казань : КГТУ, 2010. - 87 с. - ISBN 978-5-7882-0906-7
5. Сазыкин, Ю. О. Биотехнология : учеб. пособие / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалева. - 3-е изд., стер. - Москва : Академия, 2008. - 253, [1] с. : ил., табл. - (Высшее профессиональное образование. Медицина). - Библиогр.: с. 250-251. - ISBN 978-5-7695-5506-0

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ по дисциплине Биотехнология получения биологически активных веществ. Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология, направленность (профиль) Биотехнология продуктов функционального питания и биологически активных веществ. Квалификация выпускника - магистр. Ставрополь, СКФУ, 2025.
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине Биотехнология получения биологически активных веществ. Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология, направленность (профиль) Биотехнология продуктов функционального питания и биологически активных веществ. Квалификация выпускника - магистр. Ставрополь, СКФУ, 2025.

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

- 1 www.shiphelp.ru – нормативные и законодательные документы в области строительства
- 2 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
- www.iprbookshop.ru – ЭБС «IPRbooks», мультидисциплинарная полнотекстовая база
- 3 электронных изданий
www.elibrary.ru/ - сайт научной электронной библиотеки