

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Департамент «Пищевые биотехнологии»

Кафедра «Технологии пищевых производств»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель департамента ПБТ

 В.Б. Чмыhalова

«23» октября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Пищевая биотехнология»

направление подготовки

19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания
(уровень бакалавриата)

направленность (профиль):

«Технология продукции и организация общественного питания»

Петропавловск-Камчатский,
2024

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания».

Составитель рабочей программы

Доцент кафедры ТПП, к.б.н.



Ефимова М.В.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Технологии пищевых производств»
«23» октября 2024 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой «Технологии пищевых производств», к.б.н., доцент

«23» октября 2024 г.



Чмыхалова В.Б.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины – сформировать у обучающихся понятия в области знаний о новых источниках и способах получения пищевого сырья, экзо- и эндоферментных системах, их регулировании, о ферментативном катализе, биологически активных веществах, функциональных заквасках, продуктах, полученных из генетически модифицированных источников и путем биосинтеза.

Основная задача преподавания дисциплины – подготовка на современном уровне бакалавров, знакомых с теоретическими моделями прогнозирования характера изменений сырья и пищевых систем в процессе биотрансформации, с оценкой биологической безопасности сырья, пищевых добавок, биологически активных веществ и готовых пищевых продуктов, с новыми методами исследования сырья и продуктов.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональной компетенции ПК-7: способен готовить предложения по повышению эффективности производства и конкурентоспособности продукции, направленные на рациональное использование и сокращение расходов сырья, материалов, снижение трудоемкости производства продукции, повышение производительности труда, экономное расходование энергоресурсов в организации, внедрение безотходных и малоотходных технологий производства продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов.

Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция	Планируемые результаты освоения образовательной программы	Код и наименование индикатора достижения	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ПК-7	Способен готовить предложения по повышению эффективности производства и конкурентоспособности продукции, направленные на рациональное использование и сокращение расходов сырья, материалов, снижение трудоемкости производства продукции, повышение производительности труда, экономное расходование энергоресурсов в организации, внедрение	ИД-1пк-7 Знает принципы составления технологических расчетов при проектировании новых или модернизации существующих производств и производственных участков производства продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов.	Знать:	
			– перспективы развития биотехнологических методов получения пищевых продуктов;	3(ПК-7)1
			– новые источники получения пищевого сырья;	3(ПК-7)2
			– методы оценки биологической безопасности сырья;	3(ПК-7)3
– перспективы развития биотехнологических методов получения пищевых продуктов	3(ПК-7)4			

	безотходных и малоотходных технологий производства продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов	ИД–2пк-7 Умеет применять способы организации производства и эффективной работы трудового коллектива на основе современных методов управления производством продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов.	Уметь: – разбираться в сущности биотехнологических процессов при производстве пищевых продуктов	У(ПК-7)1
		ИД–3пк-7 Владеет навыками применения способов организации производства и эффективной работы трудового коллектива на основе современных методов управления производством продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов.	Владеть: – навыками выбора направлений использования биотехнологических методов в пищевых технологиях	В(ПК-7)1

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Пищевая биотехнология» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, в структуре образовательной программы. Ее изучение базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Основы общей и неорганической химии», «Сырье и материалы предприятий общественного питания», «Пищевая химия», «Пищевые и биологически активные добавки». Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в ходе изучения дисциплины «Пищевая биотехнология», необходимы для освоения дисциплины «Научные основы производства продуктов питания», прохождения преддипломной практики, а также для подготовки выпускной квалификационной работы.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Тематический план дисциплины

Таблица 2 – Тематический план дисциплины для обучающихся по очной форме

Наименование тем	Всего часов	Контактная работа	Контактная работа по видам учебных занятий				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРП			
Тема 1: Характеристика растительного сырья	46	26	6	20			20	Коллоквиум	
Тема 2: Генетически модифицированное растительное сырье	10	6	6				4	Коллоквиум	
Тема 3: Биотехнологические основы переработки растительного сырья	6	4	4				2	Коллоквиум	
Тема 4: Биоконверсия с использованием ферментов	6	4	4				2	Коллоквиум	
Тема 5: Микробная биоконверсия	21	12	2	10			9	Коллоквиум	
Тема 6: Биотехнология в производстве пищевых продуктов	55	33	12	21			22	Коллоквиум	
Зачет с оценкой									
Всего	144	85	34	51			59		

Таблица 3 – Распределение учебных часов по модулям дисциплины (4 курс, 7 семестр очной формы обучения)

Наименование вида учебной нагрузки	Модуль 1	Модуль 2	Итого
Лекции	22	12	34
Лабораторные занятия	Не предусмотрены	Не предусмотрены	–
Практические занятия	30	21	51
Самостоятельная работа студента под руководством преподавателя (СРП)	–	–	–
Самостоятельная работа	59		59
Курсовая работа			–
Экзамен			–
Зачет			–
Итого в зачетных единицах			4
Итого часов			144

4.2. Описание содержания дисциплины по модулям

Дисциплинарный модуль 1.

Лекция 1.1. ВВЕДЕНИЕ. ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Рассматриваемые вопросы

Задачи и содержание дисциплины

Общая характеристика и классификация растительного сырья. Химический состав и

строение растительных клеток (пищевые волокна).

Лекция 1.2. ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Рассматриваемые вопросы

Задачи и содержание дисциплины

Общая характеристика и классификация растительного сырья. Химический состав и строение растительных клеток (белки, липиды).

Лекция 1.3. ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Рассматриваемые вопросы

Задачи и содержание дисциплины

Общая характеристика и классификация растительного сырья. Химический состав и строение растительных клеток (красящие и дубильные вещества, минеральные вещества, витамины и витаминоподобные вещества).

Практическое занятие 1.1.–1.5. Изучение строения микробной и растительной клетки.

Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.

Практическое занятие 1.6.–1.10. Изучение метаболизма микробной и растительной клетки.

Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.

Лекция 1.4. ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЕ РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ

Рассматриваемые вопросы

Создание и применение генетически модифицированных растений: классификация ГМИ; методы трансформации растительной клетки (перенос генов в растения из бактерий; использование плазмид для создания трансгенных растений; получение трансгенных растений с помощью бинарной векторной системы; экспрессия и наследование чужеродных генов, введенных в растения в составе Т-ДНК; прямой метод введения трансгена в растения; перенос генов в растения с помощью вирусов; трансгенная система хлоропластов; белковый сплайсинг в трансгенных растениях; трансгенные растения с новыми биотехнологическими свойствами; трансгенные растения в сельском хозяйстве.

Лекция 1.5. ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЕ РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ

Рассматриваемые вопросы

Обеспечение безопасности пищевой продукции из ГМИ. Основные задачи и перспективы использования генно-модифицированных организмов. Потенциальные опасности и риски ГМО. Критерии безопасности ГМО.

Лекция 1.6. ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЕ РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ

Рассматриваемые вопросы

Генетический контроль пищевой продукции из ГМИ; законодательное регулирование производства, оборота и обеспечения безопасности пищевых продуктов, изготовленных с применением ГМИ на международном и национальных рынках.

Лекция 1.7. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Рассматриваемые вопросы

Общая характеристика ферментов: классификация ферментов; источники, структура и механизм действия протеолитических ферментов.

Лекция 1.8. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕРАБОТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Рассматриваемые вопросы

Промышленное получение ферментных препаратов и их применение: методы получения ферментных препаратов; характеристика основных отечественных ферментных препаратов; методы получения и применение иммобилизованных ферментов и клеток.

Лекция 1.9. БИОКОНВЕРСИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРМЕНТОВ

Рассматриваемые вопросы

Ферментативная переработка растительного сырья: ферменты, трансформирующие органическое сырье; гидролитические процессы; негидролитические реакции.

Продукты ферментативной биоконверсии: пектин, натуральные пищевые красители, продукты гидролиза крахмала, полуфабрикаты для алкогольных и безалкогольных напитков, витаминные препараты.

Лекция 1.10. БИОКОНВЕРСИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЕРМЕНТОВ

Рассматриваемые вопросы

Ферментативная переработка растительного сырья: ферменты, трансформирующие органическое сырье; гидролитические процессы; негидролитические реакции.

Лекция 1.11. МИКРОБНАЯ БИОКОНВЕРСИЯ

Рассматриваемые вопросы

Характеристика сырья, процессов и продуктов микробной биоконверсии: сырье для микробной биоконверсии; технология микробной биоконверсии (предварительная обработка сырья, культивирование микроорганизмов); продукты микробной биоконверсии.

Практическое занятие 1.11.–1.15. Изучение конструкций промышленных ферментеров. Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.

СРС по модулю 1. Проработка теоретического материала, подготовка к практическим занятиям [3], подготовка к коллоквиуму.

Перечень вопросов к коллоквиуму

Сравнительная характеристика строения растительных, микробных и животных клеток.

Характеристика пищевых волокон.

Характеристика растительных белков.

Характеристика растительных липидов.

Характеристика растительных пигментов.

Обеспечение безопасности пищевой продукции из ГМИ.

Законодательное регулирование создания и применения ГМИ.

Дисциплинарный модуль 2.

Лекция 2.1. БИОТЕХНОЛОГИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Рассматриваемые вопросы

Биотехнология отдельных пищевых продуктов: хлебопекарное производство (сырье для хлебопечения, основы технологии хлеба и хлебобулочных изделий, применение ферментных препаратов и гидролизатов в хлебопечении); кондитерское производство (сырье для производства мучных и сахаристых кондитерских изделий, технология производства кондитерских изделий, применение ферментных препаратов в кондитерской промышленности).

Лекция 2.2. БИОТЕХНОЛОГИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Рассматриваемые вопросы

Биотехнология отдельных пищевых продуктов: технология спиртопродуктов (технология производства этилового спирта: биохимические процессы, технологические этапы, производство спирта из мелассы; технология разных видов спиртопродуктов (коньячного спирта, коньяка, бренди, виски, рома, джина, сакэ).

Практическое занятие 2.1.–2.5. Изучение процесса спиртового брожения.

Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.

Лекция 2.3. БИОТЕХНОЛОГИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Рассматриваемые вопросы

Биотехнология отдельных пищевых продуктов: применение ферментных препаратов в спиртовой промышленности; пивоваренное производство (применение ферментных препаратов в пивоварении); виноделие (применение ферментных препаратов в виноделии); технология соков (применение ферментных препаратов в соковом производстве); технология кваса (микроорганизмы для квасования); технология квашеных плодов и овощей.

Лекция 2.4. БИОТЕХНОЛОГИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Рассматриваемые вопросы

Биотехнология чая (классификация чая, химический состав и пищевая ценность чая, технология производства чая: классическая технология получения черного чая, производство мелкого черного чая, производство зеленого чая, производство красного и желтого чаев, производство кирпичного чая. Использование вторичных ресурсов чайного сырья).

Лекция 2.5. БИОТЕХНОЛОГИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Рассматриваемые вопросы

Применение процесса ферментации при производстве пищевых продуктов (производство кисломолочных продуктов, производство мясных продуктов, производство рыбных продуктов, получение водорослевых гидролизатов)

Лекция 2.6. БИОТЕХНОЛОГИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Рассматриваемые вопросы

Применение процесса ферментации при производстве пищевых продуктов (производство рыбных продуктов, получение водорослевых гидролизатов)

Практическое занятие 2.6.–2.11. Изучение процесса молочнокислого брожения.

Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.

СРС по модулю 2. Проработка теоретического материала, подготовка к практическим занятиям [3], подготовка к коллоквиуму. Коллоквиум.

Перечень вопросов к коллоквиуму

1. Технология шампанских вин.
2. Технология квашеных овощей.
3. Технология сыров с использованием культур плесневых грибов.
4. Применение генной инженерии при производстве пищевых продуктов.
5. Применение клонирования растений для производства пищевых продуктов.
6. Применение методов биотехнологии для производства ферментов.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В целом внеаудиторная самостоятельная работа обучающегося при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработку (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработку рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к коллоквиумам;
- подготовку к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине (зачет с оценкой).

Основная доля самостоятельной работы обучающихся приходится на проработку рекомендованной литературы с целью освоения теоретического курса и подготовку к практическим занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к практическим занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Характеристика метаболических превращений.
2. Сущность промышленной ферментации.
3. Микроорганизмы, применяемые при обработке пищевого сырья и продуктов.

Изменение свойств пищевых систем под их воздействием.

4. Характеристика метода генной инженерии.
5. Характеристика метода клонирования растений.
6. Характеристика метода соматической гибридизации клеток.
7. Ферментация при производстве молочных продуктов.
8. Ферментация при производстве консервированных овощей.
9. Технология получения молочнокислых продуктов.
10. Микробиологические процессы в хлебопекарном производстве.
11. Применение генной инженерии при производстве пищевых продуктов.
12. Применение ферментных препаратов и гидролизатов в хлебопечении.
13. Применение ферментных препаратов в пивоварении.
14. Применение ферментных препаратов в виноделии.
15. Ферментация в технологии производства чая.
16. Ферментация в технологии производства кваса.
17. Применение ферментных препаратов в соковом производстве.
18. Применение ферментных препаратов в кондитерской промышленности.
19. Ферментация при производстве сыров.
20. Ферментация в переработке рыбного сырья.
21. Сущность процесса получения трансгенных организмов.
22. Состояние и перспективы производства трансгенного пищевого сырья.
23. Характеристика иммобилизованных клеток. Особенности их использования в пищевой биотехнологии.

7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Клунова С.М., Егорова Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Биотехнология: учебник. – М.: Академия, 2010. – 256 с. (20 экз.).

Дополнительная литература

2. Ефимова М.В. Введение в прикладную биотехнологию. – Петропавловск-Камчатский: изд-во КамчатГТУ, 2003. – 100 с. (44 экз.).

Методические указания по дисциплине

3. Ефимова М.В. Пищевая биотехнология: методические указания к практическим занятиям для студентов направлений подготовки 19.03.01 «Биотехнология», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья», 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. – (электронная версия).

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

1. Голубев В.Н., Жиганов И.Н. Пищевая биотехнология: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/302478/>

2. Неверова О.А., Гореликова Г.А., Позняковский В.М. Пищевая биотехнология: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bio-x.ru/books/pishchevaya-biotehnologiya>

3. Пищевая биотехнология продуктов: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bio-x.ru/books/pishchevaya-biotehnologiya>

4. Российское образование. Федеральный портал: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.edu.ru>

5. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>

6. Электронно-библиотечная система «Буквоед»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://91.189.237.198:8778/poisk2.aspx>

7. Электронные каталоги АИБС MAPKSQL: «Книги», «Статьи», «Диссертации», «Учебно-методическая литература», «Авторефераты», «Депозитарный фонд»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.vzfei.ru/rus/library/elect_lib.htm

8. Электронная библиотека диссертаций РГБ: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.diss.rsl.ru>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации (зачет с оценкой).

В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины и понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает 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 практическом занятии. Уделить внимание понятиям, которые обозначены обязательными, для каждой темы дисциплины.

Учебные занятия практического типа включают в себя выполнение работы, оформление письменного отчета, защиту работы в диалоговом режиме.

В ходе групповых и индивидуальных консультаций обучающиеся имеют возможность получить квалифицированную консультацию по организации самостоятельного управления собственной деятельностью на основе анализа имеющегося у студента опыта обучения, используемых учебных стратегий, через обсуждение сильных сторон и ограничений стиля

учения, а также поиск ресурсов, предоставляемых вузом для достижения намеченных результатов; для решения учебных задач, для подготовки к интерактивным занятиям, для подготовки к контрольным точкам, в том числе итоговой; детально прорабатывать возникающие проблемные ситуации, осуществлять поиск вариантов их решения, определять преимущества и ограничения используемых средств для решения поставленных учебных задач, обнаруживать необходимость изменения способов организации своей работы. Обучающиеся имеют возможность получить квалифицированную консультацию по темам дисциплины, вопросам, на которые обучающийся не смог самостоятельно найти ответ в рекомендуемой литературе.

Самостоятельная работа студента по дисциплине включает такие виды работы как:

- составление конспектов основных положений, понятий, определений, отдельных наиболее сложных вопросов;
- составление ответов на основные вопросы изучаемых тем;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к коллоквиумам.

В ходе самостоятельной работы студент должен систематически осуществлять самостоятельный контроль хода и результатов своей работы, постоянно корректировать и совершенствовать способы ее выполнения.

10. КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТА)

Выполнение курсового проекта (работы) не предусмотрено учебным планом.

11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

- электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 8 рабочей программы дисциплины;
- использование электронных презентаций;
- изучение нормативных документов на официальном сайте федерального органа исполнительной власти, проработка документов;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты, а также в ЭИОС.

11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- операционные системы Astra Linux (или иная операционная система, включенная в реестр отечественного программного обеспечения);
- комплект офисных программ Р-7 Офис (в составе текстового процессора, программы работы с электронными таблицами, программные средства редактирования и демонстрации презентаций).

11.3 Перечень информационно-справочных систем

- справочно-правовая система Консультант-плюс <http://www.consultant.ru/online>
- справочно-правовая система Гарант <http://www.garant.ru/online>

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория 6-319, в которую входит набор мебели ученической на 38 посадочных мест, 1 аудиторная доска с подсветкой, 1 стол и 1 стул для преподавателя, 1 персональный компьютер с подключением к локальной сети университета и подключение к сети Интернет, 1 экран проекционный, 1 проектор мультимедийный, стенды, набор технической, нормативной и правовой документации, телевизор.

Для проведения практических занятий используется учебная лаборатория 6-302, в которую входит набор мебели лабораторной на 8 посадочных мест, 1 аудиторная доска с подсветкой, 1 стол и 1 стул для преподавателя, шкафы вытяжные, столы (письменный, химический, пристенный, передвижной, для весов, столы-мойки), тумбы, табуреты лабораторные, баня лабораторная, баня термостатирующая, баня термостатирующая шестиместная, плитка электрическая, весы электронные, колбагреватели, колориметр КФК-2; рефрактометр УРЛ; поляриметр; диспергатор; весы лабораторные; микроволновая печь, муфельная печь, облучатель УФС, устройства для определения влажности материала, центрифуга лабораторная настольная с ротором, столик подъемный со штативом, столики подъемные ЛАБ-СП, столики подъемные на 9 кг, термостат, шкафы сушильные ИКАР, структурометр, микроскопы, штативы лабораторные, инструменты лабораторные (штативы, держатели для пробирок, тигельные щипцы, пинцеты, лупы и др.), лабораторная посуда (стаканы, пробирки, бюретки, пипетки, спиртовки, цилиндры, тигли и др.), химические реактивы.

Для самостоятельной работы обучающихся используется учебная аудитория 6-407, в которую входит набор мебели ученической на 28 посадочных мест, 1 аудиторная доска с подсветкой, 1 стол и 1 стул для преподавателя, интерактивная доска, стенды, набор технической, нормативной и правовой документации. Аудитория оснащена рабочими станциями с установленным программным обеспечением.

Для самостоятельной работы обучающихся используется также кабинет учебно-исследовательской работы 6-406, оборудованный комплектом учебной мебели, компьютером с доступом в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации, принтером и сканером.

Технические средства обучения для представления учебной информации большой аудитории включают мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, мобильный экран, телевизор).

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Дополнения и изменения в рабочей программе за ____ / ____ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Пищевая биотехнология» для направления подготовки 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес _____
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Технология рыбных продуктов»

«__» _____ 202__ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Приложение к рабочей программе
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Департамент «Пищевые биотехнологии»

Кафедра «Технологии пищевых производств»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель департамента ПБТ

 В.Б. Чмыхалова

«23» октября 2024 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

«Пищевая биотехнология»

направление подготовки

19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания
(уровень бакалавриата)

направленность (профиль):

«Технология продукции и организация общественного питания»

Петропавловск-Камчатский
2024

Составитель фонда оценочных средств

Доцент кафедры ТПП, к.б.н., доцент



Ефимова М.В.

Фонд оценочных средств рассмотрен на заседании кафедры «Технологии пищевых производств» «23» октября 2024 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой
«23» октября 2024 г.



(подпись)

Чмыхалова В.Б.

(Ф.И.О.)

АКТУАЛЬНО НА

2028/2029 учебный год



(подпись)

Чмыхалова В.Б.

(Ф.И.О.)

20__/20__ учебный год

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Схема формирования компетенции ПК-7 в процессе освоения образовательной программы 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания»									
Код дисциплины из УП	Наименование дисциплины (в соответствии с УП)	1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.
ПК-7: способен готовить предложения по повышению эффективности производства и конкурентоспособности продукции, направленные на рациональное использование и сокращение расходов сырья, материалов, снижение трудоемкости производства продукции, повышение производительности труда, экономное расходование энергоресурсов в организации, внедрение безотходных и малоотходных технологий производства продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов									
Б1.В.02	Технологическое оборудование предприятий общественного питания							Экз	
Б1.В.03	Научные основы производства продуктов питания								Зач
Б1.В.04	Проектирование предприятий общественного питания								Экз
Б1.В.06	Пищевая биотехнология							ЗаО	
Б1.В.07	Пищевые и биологически активные добавки				Экз				
Б1.В.08	Учет и отчетность на предприятиях общественного питания						Зач		
Б1.В.11	Товароведение продовольственных товаров								Зач
Б2.В.01.02(Пд)	Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа								ЗаО
Б3.01	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								
ФТД.02	Технология продуктов заданного химического состава и структуры				Зач				

Таблица 1 – Паспорт ФОС

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции или ее части	Наименование оценочного средства
1 Тема 1: Характеристика растительного сырья	ПК-7	Коллоквиум
Тема 2: Генетически модифицированное растительное сырье	ПК-7	Коллоквиум
Тема 3: Биотехнологические основы переработки растительного сырья	ПК-7	Коллоквиум
Тема 4: Биоконверсия с использованием ферментов	ПК-7	Коллоквиум
Тема 5: Микробная биоконверсия	ПК-7	Коллоквиум
Тема 6: Биотехнология в производстве пищевых продуктов	ПК-7	Коллоквиум

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Код компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
ПК-7: способен готовить предложения по повышению эффективности производства и конкурентоспособности продукции, направленные на рациональное использование и сокращение расходов сырья, материалов, снижение трудоемкости производства продукции, повышение производительности труда, экономное расходование энергоресурсов в организации, внедрение безотходных и малоотходных технологий производства продукции общественного питания массового изготовления и специализированных пищевых продуктов	Знать: – перспективы развития биотехнологических методов получения пищевых продуктов; – новые источники получения пищевого сырья; – методы оценки биологической безопасности сырья; – перспективы развития биотехнологических методов получения пищевых продуктов	Неудовлетворительная оценка результатов обучения. Отсутствие знаний. Данный результат указывает на несформированность порогового уровня знаний.	Неудовлетворительная оценка результатов обучения. Фрагментарные знания.	Удовлетворительная оценка результатов обучения, неполные представления о представленном вопросе.	Удовлетворительная оценка результатов обучения. Определенные пробелы в знаниях	Обучающийся знает перспективы развития биотехнологических методов получения пищевых продуктов; новые источники получения пищевого сырья; методы оценки биологической безопасности сырья; перспективы развития биотехнологических методов получения пищевых продуктов
	Уметь: – разбираться в сущности биотехнологических процессов при производстве пищевых продуктов	Неудовлетворительная оценка результатов обучения. Отсутствие умений. Данный результат указывает на несформированность порогового уровня умений.	Неудовлетворительная оценка результатов обучения. Фрагментарные умения.	Удовлетворительная оценка результатов обучения. Несистематическое использование знаний.	Удовлетворительная оценка результатов обучения. Определенные пробелы в умении использовать соответствующие знания.	Удовлетворительная оценка результатов обучения. Сформированное умение использовать полученные знания
	Владеть: – навыками выбора направлений использования биотехнологических методов в пищевых технологиях	Неудовл. оценка результатов обучения. Отсутствие навыков. Данный результат указывает на несформированность порогового уровня навыков.	Неудовлетворительная оценка результатов обучения. Фрагментарные навыки.	Удовлетворительная оценка результатов обучения. В целом успешное, но не систематическое применение навыков.	Удовлетворительная оценка результатов обучения. В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применения навыков.	Удовлетворительная оценка результатов обучения. Успешное и систематическое применение навыков.

2.2 Описание шкал оценивания

Формы контроля	Шкала оценивания
опрос	<p>оценка «отлично» / «зачтено»: ответы на поставленные вопросы излагаются четко, логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений, делаются обоснованные выводы, демонстрируются глубокие знания в области перспектив развития биотехнологических методов получения пищевых продуктов, новых источников получения пищевого сырья, методов оценки биологической безопасности сырья, а также сущность биотехнологических процессов при производстве пищевых продуктов.</p> <p>оценка «хорошо» / «зачтено»: ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно, материал излагается уверенно, демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, соблюдаются нормы литературной речи, обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала.</p> <p>оценка «удовлетворительно» / «зачтено»: допускаются нарушения в последовательности изложения ответов на поставленные вопросы, демонстрируются поверхностные знания вопроса, имеются затруднения с выводами, допускаются нарушения норм литературной речи.</p> <p>оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено»: материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине, имеются заметные нарушения норм литературной речи, обучающийся допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, не ориентируется в понятийном аппарате.</p>
выполнение отчета по практической работе	<p>оценка «отлично»: работа отвечает четырем критериям.</p> <p>оценка «хорошо»: работа отвечает трем критериям.</p> <p>оценка «удовлетворительно»: работа отвечает двум критериям.</p> <p>оценка «неудовлетворительно»: работа не отвечает критериям оценки.</p> <p>Критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Самостоятельность выполнения работы, соответствие выполнения работы методическим указаниям. 2. Анализ и оценка информации: точность расчетов, умело использует приемы обобщения для анализа результатов работы, верные результаты и выводы. 3. Ясность и четкость изложения материала. 4. Оформление отчета в соответствии с требованиями к оформлению данного вида работ с соблюдением лексических, фразеологических, грамматических и стилистических норм русского языка.
коллоквиум	<p>оценка «отлично» / «зачтено»: ответы на поставленные вопросы излагаются четко, логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений, делаются обоснованные выводы, демонстрируются глубокие знания перспектив развития биотехнологических методов получения пищевых продуктов, новых источников получения пищевого сырья, методов оценки биологической безопасности сырья, а также сущность биотехнологических процессов при производстве пищевых продуктов.</p> <p>оценка «хорошо» / «зачтено»: ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно, материал излагается</p>

	<p>уверенно, демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, соблюдаются нормы литературной речи, обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала.</p> <p>оценка «удовлетворительно» / «зачтено»: допускаются нарушения в последовательности изложения ответов на поставленные вопросы, демонстрируются поверхностные знания вопроса, имеются затруднения с выводами, допускаются нарушения норм литературной речи.</p> <p>оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено»: материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине, имеются заметные нарушения норм литературной речи, обучающийся допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, не ориентируется в понятийном аппарате.</p>
<p>дифференцированный зачет (зачет с оценкой)</p>	<p>Зачет оценивается по пятибалльной системе.</p> <p>Оценка «зачтено» выставляется, если студент набрал от 3 до 5 баллов.</p> <p>Оценка «не зачтено» выставляется, если студент набрал менее 3 баллов.</p> <p>1. зачтено (5 / отлично) выставляется, если обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала; подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.</p> <p>2. зачтено (4 / хорошо) выставляется, если обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.</p> <p>3. зачтено (3 / удовлетворительно) выставляется, если обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.</p> <p>Не зачтено (неудовлетворительно) выставляется, если обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по разделу; не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые преподавателем вопросы или затрудняется с ответом; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.</p>

Итоговое оценивание обучающегося по дисциплине «Пищевая биотехнология»

Для оценки качества подготовки обучающегося по дисциплине в целом составляется рейтинг – интегральная оценка результатов всех видов деятельности студента, осуществляемых в процессе ее изучения. Промежуточная аттестация студентов проводится по окончании изучения дисциплины в форме **дифференцированного зачета**. Преподаватель на вводной лекции (первом занятии) знакомит обучающихся группы с программой учебной дисциплины, порядком определения количества ЗЕ, графиком, формами и процедурой прохождения текущего контроля, а также примерными вопросами для подготовки к промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация – это форма контроля теоретических знаний, полученных студентом в процессе изучения всей учебной дисциплины или ее части, и умения их применять в практической деятельности. Он должен учитывать выполнение обучающимся всех видов работ, предусмотренных программой дисциплины, в том числе самостоятельную работу.

Показатели, критерии оценки сформированности компетенции, шкала оценивания результатов освоения компетенций по уровням освоения представлены в таблице.

Уровень освоения	Критерии освоения	Показатели и критерии оценки сформированности компетенции	Шкала оценивания (баллы /оценка)
Продвинутый	<p><i>Компетенция сформирована.</i> Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено на максимальную оценку. Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин.</p>	<p>«отлично»/зачтено</p>
Базовый	<p><i>Компетенция сформирована.</i> Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка</p>	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальной оценкой («неудовлетворительно»/не зачтено), некоторые виды заданий выполнены с несущественными ошибками. Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне</p>	<p>«хорошо» /зачтено</p>

Пороговый	Компетенция сформирована. Демонстрируется недостаточный уровень самостоятельности практического навыка	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.	«удовлетворительно» / зачтено
Низкий	Компетенция не сформирована. Демонстрируется отсутствие или фрагментарное наличие самостоятельности и практического навыка	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. Обучающийся способен ответить на поставленный вопрос только частично, на дополнительные вопросы ответов не прозвучало. Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции.	«неудовлетворительно» / не зачтено

3. Типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

3.1 Задания к практическим работам

Модуль 1

Практическая работа 1.1.–1.5. Изучение строения микробной и растительной клетки

Задание:

1. Изучить строение клетки прокариот
2. Изучить строение клетки эукариот
3. Провести сравнительный анализ строения клеток прокариот и эукариот

Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.

Практическая работа 1.6.–1.10. Изучение метаболизма микробной и растительной клетки

Задание:

1. Изучить схему анаболизма
2. Изучить схему катаболизма
3. Изучить взаимосвязь процессов катаболизма и анаболизма

Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.

Практическая работа 1.11.–1.15. Изучение конструкций промышленных ферментеров

Задание:

1. Изучить схемы промышленных ферментеров для хемотрофных микроорганизмов

2. Изучить схемы промышленных ферментеров для фототрофных микроорганизмов

Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.

Модуль 2

Практическая работа 2.1.–2.5. Изучение процесса спиртового брожения

Задание:

1. Определить CO₂
2. Определить интенсивность брожения
3. Определить этиловый спирт
4. Определить дрожжи микроскопированием

Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.

Практическая работа 2.6.–2.11. Изучение процесса молочнокислого брожения

Задание:

1. Определить молочнокислые бактерии микроскопированием
2. Определить присутствие молочной кислоты и ее количество

Выполнение работы, оформление письменного отчета, защита практической работы в диалоговом режиме.

3.2. Контрольные вопросы к практическим работам

Практическая работа 1.1.–1.5. Изучение строения микробной и растительной клетки

Перечень вопросов:

1. Опишите строение прокариотной клетки.
2. Опишите строение эукариотной клетки.
3. Охарактеризуйте клеточные органоиды.
4. Проведите сравнительный анализ клеточных органоидов прокариот и эукариот.

Практическая работа 1.6.–1.10. Изучение метаболизма микробной и растительной клетки

Перечень вопросов:

1. Охарактеризуйте метаболические пути клетки.
2. Что называют сверхсинтезом?
3. Приведите определение катаболизма.
4. Приведите определение анаболизма.
5. Охарактеризуйте взаимосвязь катаболизма и анаболизма.

Практическая работа 1.11.–1.15. Изучение конструкций промышленных ферментеров

Перечень вопросов:

1. Как интенсивность освещения влияет на развитие микроводорослей?
2. Охарактеризуйте процесс культивирования микроводорослей в открытых установках.
3. Охарактеризуйте процесс культивирования микроводорослей в установках закрытого типа.
4. Приведите сравнительную характеристику процессов культивирования микроводорослей в установках открытого и закрытого типа.

Практическая работа 2.1.–2.5. Изучение процесса спиртового брожения

Перечень вопросов:

1. Приведите определение спиртового брожения.

2. В каких пищевых технологиях используется процесс спиртового брожения?
3. Какие виды бактерий способны вызывать спиртовое брожение?
4. Охарактеризуйте постановку опыта для изучения процесса спиртового брожения.

Практическая работа 2.6.–2.11. Изучение процесса молочнокислого брожения

Перечень вопросов:

1. Приведите определение молочнокислого брожения.
2. В каких пищевых технологиях используется процесс молочнокислого брожения?
3. Какие виды бактерий способны вызывать молочнокислое брожение?
4. Охарактеризуйте постановку опыта для изучения процесса молочнокислого брожения.

3.3. Вопросы к коллоквиуму

Модуль 1

Перечень вопросов к коллоквиуму

1. Сравнительная характеристика строения растительных, микробных и животных клеток.
2. Характеристика пищевых волокон.
3. Характеристика растительных белков.
4. Характеристика растительных липидов.
5. Характеристика растительных пигментов.
6. Обеспечение безопасности пищевой продукции из ГМИ.
7. Законодательное регулирование создания и применения ГМИ.

Модуль 2

Перечень вопросов к коллоквиуму

1. Технология шампанских вин.
2. Технология квашеных овощей.
3. Технология сыров с использованием культур плесневых грибов.
4. Применение генной инженерии при производстве пищевых продуктов.
5. Применение клонирования растений для производства пищевых продуктов.
6. Применение методов биотехнологии для производства ферментов.

3.6. Вопросы к проведению промежуточной аттестации (дифференцированному зачету)

1. Характеристика метаболических превращений.
2. Сущность промышленной ферментации.
3. Микроорганизмы, применяемые при обработке пищевого сырья и продуктов. Изменение свойств пищевых систем под их воздействием.
4. Характеристика метода генной инженерии.
5. Характеристика метода клонирования растений.
6. Характеристика метода соматической гибридизации клеток.
7. Ферментация при производстве молочных продуктов.
8. Ферментация при производстве консервированных овощей.
9. Технология получения молочнокислых продуктов.
10. Микробиологические процессы в хлебопекарном производстве.
11. Применение генной инженерии при производстве пищевых продуктов.
12. Применение ферментных препаратов и гидролизатов в хлебопечении.
13. Применение ферментных препаратов в пивоварении.
14. Применение ферментных препаратов в виноделии.
15. Ферментация в технологии производства чая.
16. Ферментация в технологии производства кваса.
17. Применение ферментных препаратов в соковом производстве.
18. Применение ферментных препаратов в кондитерской промышленности.

19. Ферментация при производстве сыров.
20. Ферментация в переработке рыбного сырья.
21. Сущность процесса получения трансгенных организмов.
22. Состояние и перспективы производства трансгенного пищевого сырья.
23. Характеристика иммобилизованных клеток. Особенности их использования в пищевой биотехнологии.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

По дисциплине предусмотрены следующие формы контроля качества подготовки:

- текущий (осуществление контроля за всеми видами аудиторной и внеаудиторной деятельности обучающегося с целью получения первичной информации о ходе усвоения отдельных элементов содержания дисциплины);
- промежуточный (оценивается уровень и качество подготовки по конкретным разделам дисциплины).
- контроль самостоятельной работы обучающегося.

Результаты текущего и промежуточного контроля качества выполнения обучающимся запланированных видов деятельности по усвоению учебной дисциплины являются показателем качества работы обучающегося за время изучения дисциплины.

Итоговый контроль проводится в форме промежуточной аттестации – дифференцированного зачета. Текущий контроль успеваемости предусматривает оценивание хода освоения дисциплины, промежуточная аттестация обучающихся – оценивание результатов обучения по дисциплине, в том числе посредством испытаний в форме тестирования. Оценивание знаний, умений и навыков по учебной дисциплине осуществляется посредством использования следующих видов оценочных средств:

- выполнение практических работ;
- подготовка отчетов по практическим работам;
- устные опросы;
- коллоквиум;
- дифференцированный зачет.

Выполнение практических работ

Выполнение практических работ осуществляется на практических занятиях по предложенным преподавателям условиям в соответствии с методическими указаниями к практическим работам. Задания выполняются индивидуально, при этом не запрещается обсуждение хода выполнения задания и результатов обучающимися.

Подготовка отчетов по практическим работам

В ходе проведения практической работы студент оформляет отчет.

Отчет должен содержать: название практической работы; цель работы; задание; практическую часть с приведенными расчётами и т.д.; выводы по проделанной работе. Отчет оформляют в соответствии с требованиями ЕСКД.

Устные опросы

Устные опросы проводятся во время практических занятий. Вопросы опроса, проводимого во время практических занятий, не должны выходить за рамки объявленной для данного занятия темы. Основные вопросы для устного опроса доводятся до сведения обучающихся на предыдущем

практическом занятии. Индивидуальные устные опросы (по форме «вопрос-ответ») дисциплины проводятся с целью определения степени усвоения теоретического материала и понятийного аппарата по разделу дисциплины. Примерный перечень вопросов для индивидуального устного опроса представлен в методических указаниях к практическим работам. При оценке опросов анализу подлежит точность формулировок, связность изложения материала, обоснованность суждений, опора на методические материалы.

Коллоквиум

Проводится по завершению модуля 1 и 2.

Основные вопросы коллоквиума доводятся до сведения обучающихся. Коллоквиумы (по форме «вопрос-ответ») проводятся с целью определения степени усвоения теоретического материала и понятийного аппарата по разделам дисциплины. Перечень вопросов к коллоквиуму представлен в рабочей программе дисциплины. При оценке ответов на вопросы коллоквиума анализу подлежит точность формулировок, связность изложения материала, обоснованность суждений, опора на методические материалы.

Дифференцированный зачёт

Промежуточная аттестация по дисциплине «Пищевая биотехнология» завершает изучение курса и проходит в виде дифференцированного зачета. Зачет проводится согласно расписанию зачетно-экзаменационной сессии. Зачет может быть выставлен автоматически по результатам текущего и промежуточного контроля знаний и достижений, продемонстрированных обучающимся на практических занятиях, при условии успешного выполнения всех заданий самостоятельной работы. Фамилии обучающихся, получивших зачет автоматически, объявляются в день проведения зачета до начала промежуточной аттестации.

По итогам всех этапов и результатам текущей успеваемости выставляется итоговая отметка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного рабочей программой.

В случае неудовлетворительного результата испытания назначается день и время повторного зачета (по графику ликвидации задолженностей).

Присутствие посторонних лиц в ходе проведения аттестационных испытаний без разрешения ректора или проректора не допускается (за исключением работников университета, выполняющих контролирующие функции в соответствии со своими должностными обязанностями). В случае отсутствия ведущего преподавателя аттестационные испытания проводятся преподавателем, назначенным письменным распоряжением руководителя департамента «Пищевые биотехнологии».

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный технический университет»

Кафедра «Технологии пищевых производств»

М. В. Ефимова

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов направлений подготовки*

19.03.01 «Биотехнология»,

19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья»,

*19.03.04 «Технология продукции и организация общественного
питания»*

Петропавловск-Камчатский
2024

УДК
ББК

Рецензент:

Ефимова Марина Васильевна

Пищевая биотехнология: Методические указания к практическим занятиям для студентов направлений подготовки 19.03.01 «Биотехнология», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья», 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» / М.В. Ефимова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2024. – 42 с.

Методические указания к практическим занятиям составлены в соответствии с требованиями к освоению основных профессиональных образовательных программ подготовки бакалавра по направлениям 19.03.01 «Биотехнология», 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья», 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания» федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на заседании кафедры «Технологии пищевых производств» ФГБОУ ВО «КамчатГТУ», протокол № 4 от 23.10.2024.

УДК
ББК

© КамчатГТУ, 2024
© Ефимова М.В., 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
<i>Практическая работа 1.</i> Изучение строения микробной и растительной клетки	5
<i>Практическая работа 2.</i> Изучение метаболизма микробной и растительной клетки.....	17
<i>Практическая работа 3.</i> Изучение конструкций промышленных ферментеров.....	20
<i>Практическая работа 4.</i> Изучение процесса спиртового брожения.....	29
<i>Практическая работа 5.</i> Изучение процесса молочнокислого брожения.....	35
Рекомендуемая литература.....	42

1. ВВЕДЕНИЕ

Цель преподавания дисциплины – сформировать у обучающихся понятия в области знаний о новых источниках и способах получения пищевого сырья, экзо- и эндоферментных системах, их регулировании, о ферментативном катализе, биологически активных веществах, функциональных заквасках, продуктах, полученных из генетически модифицированных источников и путем биосинтеза.

Основная задача преподавания дисциплины – подготовка на современном уровне бакалавров, знакомых с теоретическими моделями прогнозирования характера изменений сырья и пищевых систем в процессе биотрансформации, с оценкой биологической безопасности сырья, пищевых добавок, биологически активных веществ и готовых пищевых продуктов, с новыми методами исследования сырья и продуктов.

В результате изучения дисциплины **студент должен знать:**

- новые источники получения пищевого сырья;
- методы оценки биологической безопасности сырья;
- направления использования биотехнологических методов в пищевых технологиях;
- перспективы развития биотехнологических методов получения пищевых продуктов.

Практическая работа 1

ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ МИКРОБНОЙ И РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Цель работы

Изучить строение клетки прокариот и эукариот

Задание

Изучить строение клетки прокариот

Изучить строение клетки эукариот

Провести сравнительный анализ строения клеток прокариот и эукариот

Теоретическая часть

Микроорганизмы, применяемые в биотехнологии, принадлежат к разным таксонометрическим группам (бактерии, сумчатые грибы, фикомицеты, актиномицеты и др.) и существенно отличаются друг от друга по морфологии, размерам клеток, отношению к кислороду, по потребностям к ростовым факторам, по способности ассимилировать разные компоненты субстрата и т.д. Наиболее широко используемыми микроорганизмами являются дрожжи, бактерии и микромицеты.

Из более чем 100 000 известных видов микроорганизмов в промышленности используют около 100 видов, к которым принадлежат несколько тысяч штаммов.

Из всех микроорганизмов, пожалуй, лучше всего изучена кишечная палочка *Escherichia coli* (рис. 1.1). Она открыта венским врачом Теодором Эшерихом.

Кишечные палочки в ограниченных количествах населяют органы пищеварения животных и человека и даже снабжают своих «хозяев» витаминами, которые они могут синтезировать из сахаров.

Ширина клетки *E. coli* составляет около 1 мкм, длина – около 2 мкм. Стенки колибактерии образованы оболочкой, состоящей из деревянистых и жироподобных веществ. В стенках расположены маленькие запирающие поры, окруженные кольцами из белковых тел, и большое количество канальцев. Через эти отверстия пищевые вещества из

питательной среды поступают во внутренний объём клетки. Снаружи клетка покрыта слизистой массой, из которой выступают длинные жгутики, которые непрерывно вращаются и продвигают бактерию. Клетка заполнена цитоплазмой. В цитоплазме находится около 200 млн. молекул сахаров. В накопительных отсеках клетки сахара отлагаются в форме крахмала. Кроме того, в цитоплазме около 30 млн. молекул аминокислот и 25 млн. молекул липидов. Из трех главных «строительных блоков» - сахара, аминокислоты и жира – построены, почти все вещества клетки. Всего в одной клетке содержится около 1 млн. молекул белков, причем – до 5000 различных типов белковых молекул: фибриллярные, транспортные, ферменты.

Бактерии принадлежат к группе прокариот (доядерных), у которых, в отличие от эукариот (ядерных), ядра как такового нет. Оно может быть представлено в виде аналога – нуклеотида или ядерное вещество просто диффузно распределено в протоплазме.

Главные функции ядерного вещества – хранение информации и передача информации дочерним клеткам при репликации.

В бактериальных клетках и в клетках низших эукариот присутствуют плазмиды – кольцевые двухспиральные молекулы ДНК длиной от нескольких тысяч до ста тысяч пар оснований.носителем генетической информации у большинства живых существ является дезоксирибонуклеиновая кислота, только у некоторых бактериальных вирусов и вирусов животных генетическая информация закодирована в рибонуклеиновой кислоте. Плазмиды играют важную роль в обмене генетической информацией между клетками микроорганизмов.

Практическая часть

Строение микробной клетки изучить на примере строения клетки кишечной палочки по рисунку 1.1. и 1.2.

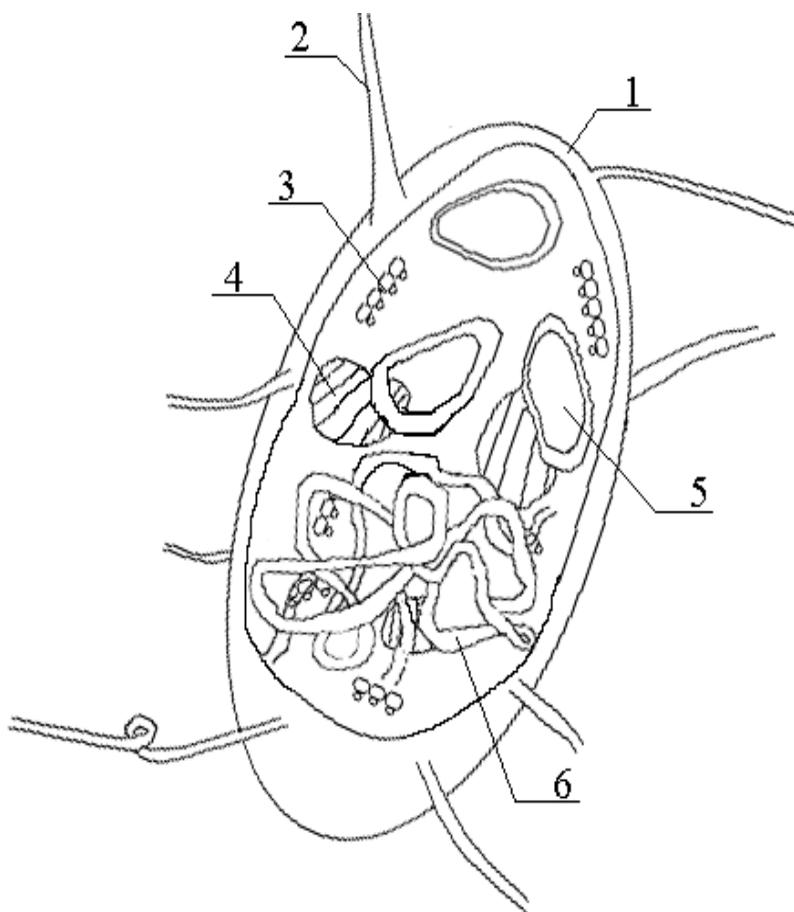


Рис. 1.1. Схематическое строение клетки *E. coli*:
1 – клеточная стенка; 2 – жгутики; 3 – рибосомы;
4 – запасные питательные вещества; 5 – плазмиды; 6 – нуклеотид

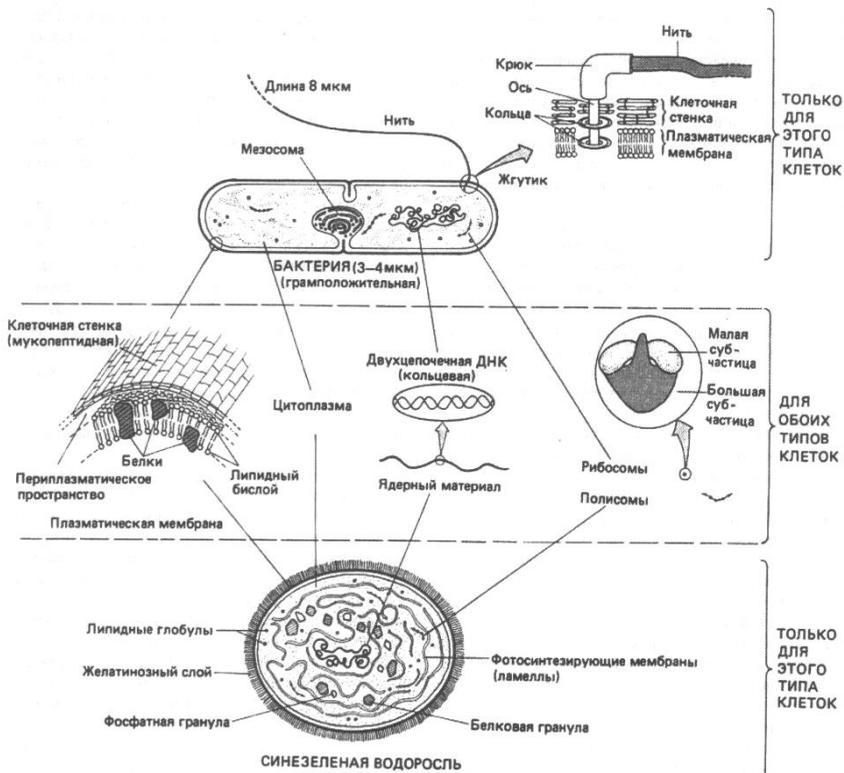


Рис. 1.2. Строение клетки прокариот

Прокариотная клетка – простейший тип живой клетки. К прокариотам относятся такие одноклеточные организмы, как бактерии и синезеленые водоросли. Определяющей особенностью прокариотной клетки является наличие прямого контакта между ее хромосомой и цитоплазмой. Хромосомы эукариотической клетки, напротив, заключены в мембранную структуру – ядро. От эукариотных клеток прокариоты отличаются, кроме того, отсутствием митохондрий и хлоропластов, меньшими размерами рибосом (их коэффициент седиментации 70S), а также весьма ограниченной – из-за наличия клеточной стенки – способностью выделять и поглощать крупные молекулы.

Хромосома в прокариотной клетке всего одна. Она представляет собой непрерывный кольцевой тяж двухцепочечной ДНК. Молекула ДНК может достигать длины около 1 мм (например, у бактерии *E. coli*); в клетке она обычно туго скручена в компактную спиральную структуру. Существуют также внехромосомные ДНК-содержащие элементы – плазмиды. Это маленькие кольцевые структуры, несущие лишь по нескольку генов; некоторые из них могут кодировать такие ферменты, благодаря которым клетка становится устойчивой к различным антибиотикам.

Плазматическая мембрана клетки состоит из липидов и белков. Она служит полупроницаемым барьером, контролирующим перенос малых молекул и ионов в клетку и из клетки.

Мезосома представляет собой впячивание плазматической мембраны в цитоплазму. Она содержит многослойную мембранную систему, которая своей цито-плазматической стороной часто связана с ДНК. Считается, что мезосомы участвуют в клетке в двух разных процессах: они могут служить местом прикрепления ДНК (особенно во время репликации) и играть определенную роль в секреции.

Клеточная стенка расположена снаружи от плазматической мембраны и покрывает всю клетку. Она сообщает клетке жесткость, придает ей определенную форму, а также защищает ее от повреждения при осмотических и механических воздействиях. У бактерий клеточная стенка представляет собой жесткую сеть из липидов, полисахаридов и белков. В структурном отношении бактериальная клеточная стенка бывает в основном двух типов; в соответствии с этим бактерии разделяют на грамположительные и грамотрицательные. У синезеленых водорослей клеточная стенка построена из простых полисахаридов, таких как целлюлоза.

Желатинозный слой (гликокаликс) – самый наружный слой прокариотной клетки; чаще всего он встречается у синезеленых водорослей.

Жгутик – белковая органелла, отходящая от поверхности клетки в виде вытянутого отростка длиной от 1 до 20 мкм. С помощью жгутиков клетка перемещается в жидкой среде.

Рибосома – сложная органелла, в которой осуществляется синтез белка. В связи с тем, что бактерии размножаются с высокой скоростью, рибосомы могут составлять до 40% массы клетки. Рибосома – это комплекс молекул белков и РНК (рРНК), образующих почти сферическую частицу диаметром 20 нм. В рибосоме можно выделить две части – большую и малую субчастицы. Большая субчастица состоит из 34 разных белков, связанных с большой (23S) и малой (5S) молекулами рРНК. Малая субчастица содержит 21 белок и молекулу рРНК среднего размера (16S).

Энергия для процессов биосинтеза в прокариотной клетке поступает из двух основных источников. Первый – это нуклеозидтрифосфат, АТФ, который образуется в результате катализируемого группой ферментов гликолиза за счет энергии, содержащейся в молекулах такого рода питательных веществ, как гексозы (например, глюкозы). Энергия, запасенная в АТФ, может затем использоваться множеством разных ферментов в анаболических (биосинтетических) процессах. Второй, самый важный источник энергии – это АТФ, синтезируемый с помощью группы белков, расположенных рядом друг с другом в плазматической мембране и образующих так называемую цепь переноса электронов. Эта цепь, в конце которой происходит восстановление кислорода до воды, получает электроны от атомов водорода, продуцируемых в цикле Кребса при окислении кислотных субстратов. Образующиеся ионы H^+ «откачиваются» через бактериальную мембрану транспортными белками, в результате чего между вне- и внутриклеточным пространством возникает разность рН и электрического потенциала. Запасенная в таком электрохимическом градиенте свободная энергия используется для синтеза молекул АТФ в расположенных в мембране так называемых F1-частицах.

Фотосинтезирующие клетки, такие как синезеленые водоросли и фотосинтезирующие бактерии, производят энергию для метаболических процессов, поглощая энергию видимого света. У синезеленых водорослей фотосинтетические мембраны – ламеллы – содержат специальные пигменты, функция которых состоит в поглощении световой энергии и превращении ее в химическую для синтеза АТФ. Поскольку прокариотные

водоросли способны использовать диоксид углерода в качестве единственного источника углерода, т.е. могут «фиксировать» углерод, включая его в сложные молекулы, их называют автотрофами.

Фотосинтезирующие бактерии содержат специальные белки, например бактериородопсин, располагающиеся в плазматической мембране и реагирующие на свет созданием протонного градиента путем перекачивания ионов H^+ через мембрану в одном направлении. Энергия возникающего таким образом электрохимического градиента используется затем для обеспечения синтеза АТФ. Эти бактерии отличаются, однако, от синезеленых водорослей тем, что они неспособны фиксировать CO_2 . Для осуществления биосинтеза они вынуждены извлекать углерод из уже существующих органических молекул, и по этой причине их называют гетеротрофами.

Транспорт малых молекул и ионов через плазматическую мембрану осуществляется особыми механизмами.

Эндоцитоз, или поглощение белков и других макромолекул, находящихся в контакте с клеточной поверхностью, у прокариот происходит редко, однако у них возможен экзоцитоз.

Движение прокариот осуществляется с помощью жгутиков. Эти нитевидные отростки могут вращаться как по, так и против часовой стрелки. Вращением управляет сложное белковое образование, расположенное у основания жгутика. Отходящая от основания нить является полимером белка флагеллина. Клетка либо движется поступательно, либо как бы кувыркается на месте. У *E. coli* имеется небольшое число жгутиков, расположенных на одном конце клетки; тип движения клетки определяется направлением вращения ее жгутиков.

Размножение прокариот происходит неполовым путем. Каждая прокариотная клетка делится на две в результате процесса, называемого митозом; с дочерними клетками происходит то же самое, и т. д.

Строение эукариотной клетки изучить по рисунку 1.3.

Эукариотная клетка обладает целым рядом структурных особенностей, которые отсутствуют в более простой, прокариотной клетке. Из эукариотных клеток состоят многие самые разнообразные организмы: высшие растения,

многоклеточные животные, грибы и одноклеточные амёбы. Отдельные клетки различных частей какого-либо высшего организма могут существенно отличаться друг от друга по морфологии и функции. По этой причине на рисунке 1.3 отражены лишь главные черты большинства эукариотных клеток.

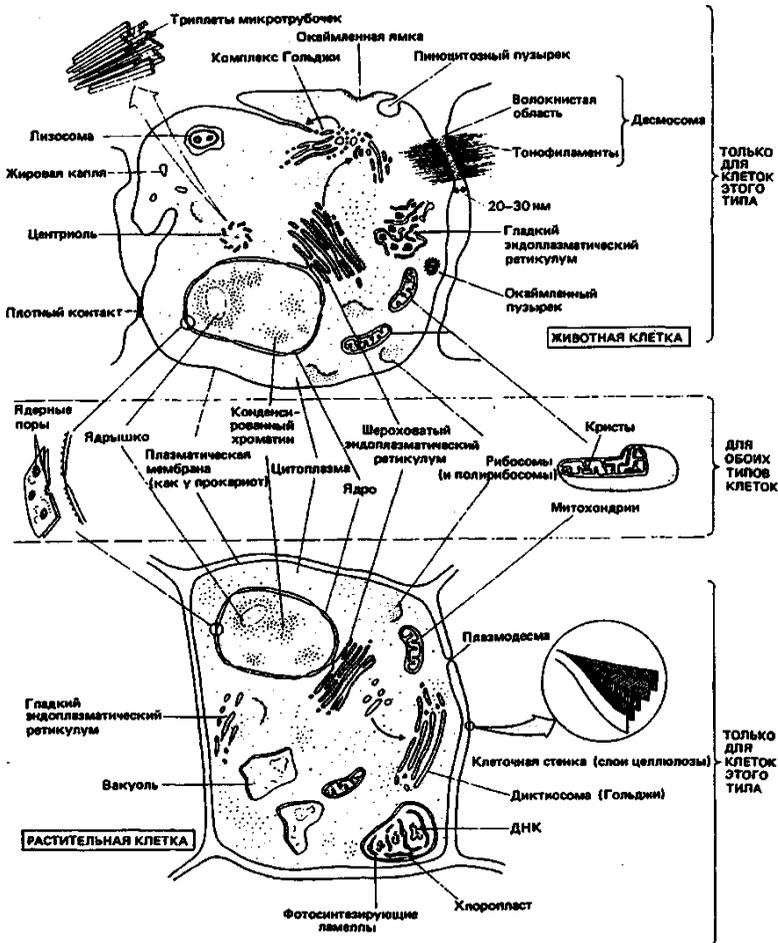


Рис.1.3. Строение клетки эукариот

Ядро содержит нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК), белки, а также небольшие молекулы и ионы, окруженные ядерной мембраной, состоящей из липидов и белков. Эукариотная ДНК упакована в отдельные хромосомы, число которых варьирует в зависимости от вида (так, у человека в каждой диплоидной клетке 46 хромосом, а у огурца – 14).

Диплоидная клетка – это клетка, содержащая по две копии каждой хромосомы. Таким образом, в каждой клетке человека находится 23 пары хромосом, и диплоидное число их равно 46.

Гаплоидная клетка содержит только по одной копии каждой хромосомы, и, следовательно, гаплоидное число хромосом у человека равно 23.

Эукариотные хромосомы. ДНК в ядре обычно находится в комплексе с белками. Такие ДНК-белковые комплексы называются хроматином. Непрерывные нити хроматина, уложенные определенным образом, составляют хромосому. Приблизительно в центре каждой хромосомы имеется плотный, суженный участок, известный под названием центромеры. В этом месте хромосома прикрепляется к митотическому веретену во время деления.

Ядрышко представляет собой область внутри ядра, где локализованы гены, кодирующие три (28S, 16S и 5,8S) из четырех молекул рибосомных РНК. Плотная, волокнистая центральная зона ядрышка содержит ДНК-белковые комплексы; здесь происходит транскрипция генов рибосомных РНК.

Центриоли (обычно их две) лежат вблизи ядра. Каждая центриоль построена из цилиндрических элементов (микротрубочек), образованных в результате полимеризации белка тубулина. Девять триплетов микротрубочек расположены по окружности. Центриоли принимают участие в формировании цитоплазматических микротрубочек во время деления клетки и в регуляции образования митотического веретена. В клетках растений центриолей нет, и митотическое веретено образуется там иным способом.

Ядерная мембрана состоит из двух слоев, разделенных перинуклеарным пространством. По всей поверхности ядерной мембраны равномерно распределены ядерные поры. Так называемый поровый комплекс ядра имеет гранулярную

структуру – белковые гранулы располагаются по границе округлого центрального отверстия таким образом, что каждая гранула находится в вершине правильного восьмиугольника. Перенос веществ осуществляется главным образом через центральные области пор и происходит, по-видимому, как из ядра в цитоплазму, так и в обратном направлении.

Плазматическая мембрана эукариот, как и у прокариот, состоит из белков, углеводов и липидов. Она ограничивает полость, внутри которой помещаются клеточные компоненты. Некоторые органеллы, такие как *комплекс Гольджи*, напрямую связаны с поверхностью мембраны; другие же, как, например, *эндоплазматический ретикулум* (шероховатый и гладкий), непосредственно с плазматической мембраной не контактируют.

Клеточная стенка, имеющаяся только у растений, лежит снаружи от плазматической мембраны. Она состоит из большего числа слоев; каждый слой образован длинными цепями целлюлозных волокон. Такая структура придает клетке жесткость.

В цитоплазме эукариотных клеток можно выделить восемь структурных компонентов, объединенных под общим термином *органеллы*.

Эукариотная рибосома, имеющая коэффициент седиментации 80S, крупнее своего прокариотического аналога, равно как и обе ее субчастицы: большая (60S) малая (40S).

Гладкий эндоплазматический ретикулум (ГЭР) представляет собой систему гладких внутриклеточных мембран. В этой органелле локализованы многие ферменты (в частности, оксидазы), катализирующие реакции обезвреживания ядовитых веществ. Помимо этого, на мембранах ГЭР протекают синтез липидов, а также гидролитическое расщепление гликогена (гликогенолиз).

Шероховатый эндоплазматический ретикулум (ШЭР) – это тоже система внутриклеточных мембран, которые выглядят шероховатыми из-за прикрепленных к ним многочисленных рибосомных частиц. Часть ШЭР находится в прямом контакте с ядерной мембраной. На мембранах ШЭР синтезируются белки,

предназначенные либо для секреции во внеклеточную среду, либо для включения в плазматическую мембрану.

Комплекс Гольджи представлен собранными в стопки дисковидными мембранами и связанными с ними многочисленными пузырьками. Эта органелла располагается обычно между ШЭР и плазматической мембраной. Здесь происходит модификация белков (например, гликозилирование), предназначенных для секреции во внеклеточную среду или для включения в плазматическую мембрану. На рисунке стрелками показан путь белков из ШЭР к комплексу Гольджи и в конечном итоге к плазматической мембране.

Диктиосома, обнаруженная у растений, выполняет ту же самую функцию, что и комплекс Гольджи у животных. По-видимому, она принимает участие также в синтезе и секреции компонентов клеточной стенки.

Митохондрия – это палочкообразная органелла диаметром около 1 мкм и длиной до 7 мкм. Она имеет двойную мембрану, разделяющую ее на два компартмента. Область, ограниченная складчатой внутренней мембраной (складки называются кристами) и известная под названием митохондриального матрикса, содержит рибосомы и митохондриальную ДНК – кольцевую двухцепочечную молекулу, кодирующую некоторые митохондриальные белки. Во внутренней мембране локализован фермент, ответственный за синтез АТФ, – так называемый F₁-комплекс. В компартменте, заключенном между наружной и внутренней мембранами, находятся субстраты, ферменты и некоторые метаболиты. Число митохондрий в одной-единственной клетке может достигать нескольких тысяч.

Хлоропласт – это органелла, по размерам (5–10 мкм в диаметре) примерно такая же, как эритроцит, а по форме напоминающая двояковыпуклую линзу. Он представляет собой комплекс мембран: двойной наружной и складчатых внутренних, организованных в виде стопок дисков. Эти диски, называемые тилакоидами, содержат компоненты фотосинтезирующего аппарата.

Цитоскелет – обязательный компонент всех эукариотных клеток – представляет собой сложную сеть филаментов, пересекающих клетку в различных направлениях.

Секреция белков предшествует последовательности событий, начинающихся с переноса белковой цепи, синтезированной на рибосомах, во внутреннюю полость ШЭР, которая называется цистерной. После этого белок в составе специфических везикул транспортируется в комплекс Гольджи, откуда выделяется во внеклеточную жидкость. Мембранные белки, предназначенные для включения в плазматическую мембрану, лишь частично входят в цистерну ШЭР. Основная часть белковой цепи остается каким-то образом связанной с мембраной ШЭР. Фрагмент белка, обращенный в сторону цистерны ШЭР, может быть частично гликозилирован, т. е. с помощью специальных ферментов к нему могут быть присоединены молекулы сахаров. Как и в случае секреторируемых полипептидов, белок переносится затем в комплекс Гольджи, где завершается гликозилирование и происходят другие модификации. Процесс заканчивается транспортом белка к плазматической мембране.

Энергия в эукариотных клетках вырабатывается в цитоплазме и митохондриях (у животных и растений) или в хлоропластах (только у растений) и запасается в молекулах нуклеозидтрифосфата, АТФ. Эта молекула является наиболее универсальным источником энергии, хотя в некоторых реакциях могут использоваться и другие нуклеозидтрифосфаты, например GTP. АТФ образуется в цитоплазме в результате разнообразных катаболических процессов, таких как гликолиз, а энергия, запасенная в трифосфатной группе, расходуется в ходе биосинтетических (анаболических) реакций. Основное место синтеза АТФ у животных – это митохондрия, а у растений – хлоропласт.

Межклеточные контакты. Соединения между эукариотическими клетками образуются за счет специальных участков плазматической мембраны или клеточной стенки, называемых межклеточными контактами. В качестве примеров межклеточных контактов можно назвать десмосому, плотный контакт и плазмодесмы.

Транспорт веществ через плазматическую мембрану эукариотных клеток осуществляется с помощью различных механизмов.

Термин «половое размножение» применительно к высшим растениям и животным означает, что новый организм развивается из одной-единственной клетки (зиготы), образовавшейся при слиянии двух гамет, каждая из которых представляет собой гаплоидную клетку. Так, у человека зигота – это продукт слияния мужской половой клетки, сперматозоида, и женской половой клетки, яйцеклетки.

Митозом называется такой процесс деления диплоидной клетки, когда в результате появляются две идентичные и тоже диплоидные клетки. Это нормальный способ воспроизведения эукариотных клеток.

Мейоз – это особый тип деления, приводящий к образованию двух гаплоидных клеток из одной диплоидной и сопровождающийся, следовательно, уменьшением числа хромосом. Этому делению подвергаются те клетки, из которых формируется следующая генерация гамет, или половых клеток.

Вопросы для самоконтроля

Опишите строение прокариотной клетки.

Опишите строение эукариотной клетки.

Охарактеризуйте клеточные органоиды.

Проведите сравнительный анализ клеточных органоидов прокариот и эукариот.

Практическая работа 2

ИЗУЧЕНИЕ МЕТАБОЛИЗМА МИКРОБНОЙ И РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Цель работы

Изучить схему метаболизма микробной клетки

Задание

Изучить схему анаболизма

Изучить схему катаболизма

Изучить взаимосвязь процессов катаболизма и анаболизма

Теоретическая часть

Метаболизм – это вся сумма целенаправленных реакций, протекающих под действием ферментных систем клетки, которые регулируются различными внешними и внутренними факторами. Метаболизм обеспечивает все жизненные процессы в клетке в зависимости от среды обитания. В результате метаболизма происходит увеличение размеров клетки, её деление. Обмен веществ клетки происходит тремя центральными метаболическими путями:

– из внешней среды в клетку поступает энергия либо в виде химической энергии органических веществ, либо в виде энергии солнечного света;

– из веществ питательной среды, перенесенных в клетку собираются «строительные блоки» которые формируют биополимеры клетки и синтезируют макромолекулы белков, нуклеиновых кислот, углеводов, жиров и других клеточных компонентов;

– в клетке происходят постоянные синтез и разрушение биополимеров, выполняющих различные специфические функции.

Сверхсинтез, то есть способность микроорганизма синтезировать определенный продукт в количествах, превосходящих физиологические потребности, довольно часто встречается в природе. Нередко тот или иной продукт обмена веществ (органические кислоты, спирты, антибактериальные вещества), выделяемый микроорганизмом в окружающую среду, является токсичным для других видов и служит продуценту как средство защиты обитаемого пространства или как резерв питательного вещества.

Обмен веществ у микроорганизмов можно рассматривать как сумму катаболизма и анаболизма. Катаболизм – это ферментативное расщепление крупных органических молекул с выделением свободной энергии. Анаболизм – это построение новых биополимеров клетки из простых соединений с поглощением энергии (рис. 4.1).

В результате этих двух параллельно протекающих процессов строится «тело» клетки, накапливаются необходимые

клеткам запасные вещества, ферменты и промежуточные продукты обмена веществ.

Таким образом, обмен веществ складывается в клетке из конструктивного и энергетического обменов.

Катаболизм и анаболизм – это два самостоятельных пути в обмене веществ, но отдельные их участки могут быть общими. Такие участки называют амфиболическими.

В катаболических и анаболических процессах биохимические реакции следуют друг за другом в строжайшей последовательности, т.к. продукты реакции предыдущей стадии процесса, как правило, являются субстратом для протекания последующей стадии. Такая четкая преемственность возможна благодаря высокой специфичности ферментов, участвующая в обмене веществ.

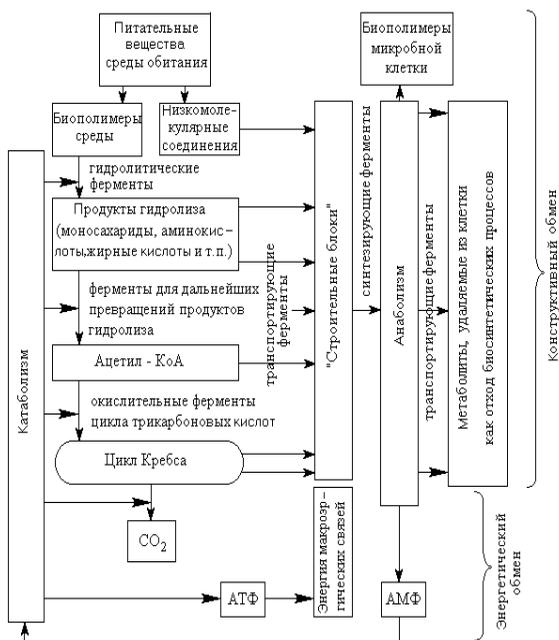


Рис. 4.1. Схема метаболизма микробной клетки

Скорость протекания метаболических процессов зависит от состава питательной среды, от условий культивирования. Интенсивный обмен веществ между клеткой и средой обеспечивается большой поверхностью тела микроорганизма, через которую происходит поступление питательных веществ и выделение в окружающую среду продуктов обмена. На метаболизм клетки оказывают влияния изменения pH среды, концентрация субстрата, содержание продуктов метаболизма в среде и другие факторы культивирования. Регулирование метаболизма в клетке является очень сложным процессом.

Практическая часть

По рисунку 4.1 изучить анаболический и катаболический пути метаболизма клетки прокариот. Схему зарисовать в журнале лабораторных работ, определить и выделить на схеме амфиболические участки.

Вопросы для самоконтроля

Охарактеризуйте метаболические пути клетки.

Что называют сверхсинтезом?

Приведите определение катаболизма.

Приведите определение анаболизма.

Охарактеризуйте взаимосвязь катаболизма и анаболизма.

Практическая работа 3

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ФЕРМЕНТЕРОВ

Цель работы

Изучить схемы промышленных ферментеров для культивирования микроорганизмов разных типов питания

Задание

Изучить схемы промышленных ферментеров для хемотрофных микроорганизмов

Изучить схемы промышленных ферментеров для фототрофных микроорганизмов

Теоретическая часть

На биотехнологических предприятиях для получения микробной биомассы, а также для производства веществ, продуцируемых микроорганизмами, используют стальные резервуары, служащие «жилищем», «яслями» и «местом работы» микроорганизмов – биореакторы, или ферментеры (рис. 6.1). Процесс культивирования микроорганизмов называют ферментацией.

Современные биореакторы появились в результате многолетней исследовательской работы. Решающим толчком для их проектирования послужила «охота за пенициллином». Когда ученые Флори и Чейн искали подходящую емкость для выращивания плесени, то они начали с чашек Петри, где грибы плавали на поверхности питательного раствора. При этом никогда не удалось бы получить пенициллин в достаточных для медицины количествах, к тому же для плоских емкостей нужны большие площади. Был изобретен биореактор. В настоящее время в биореакторах выращивают плесени, дрожжи, бактерии, водоросли. В каждом отдельном случае конструкция биореактора рассчитана именно на получение данного продукта. Например, если надо получить большие количества дрожжей, используемых как кормовая добавка, то строят гигантские биореакторы размерами с многоэтажный дом и вместимостью до 1500 м³; цилиндрические резервуары для производства дрожжей из нефти достигают примерно 40 м в высоту и 20 м в ширину. В пенициллиновом производстве биореакторы имеют меньшие размеры, их вместимость не более 100 м³. Для научно–исследовательской работы в лабораториях испытывают мини–реакторы вместимостью несколько литров.

Для хорошего «самочувствия» микроорганизмов важное значение имеет температура питательного раствора. Для большинства микроорганизмов оптимальная температура составляет 20–50°C, таким образом, наиболее высокая продуктивность попадает в диапазон от нормальной до «тропических» температур.

В химической промышленности, наоборот, при производстве различных веществ требуются очень высокие температуры, в сотни градусов Цельсия. Для достижения таких

температур приходится сжигать гигантские количества топлива (угля, нефти, газа). Это дорого. Чаще всего для биотехнологических процессов требуется даже охлаждение, т.к. плесени и многие микроорганизмы при потреблении питательных веществ выделяют тепло. Поэтому во избежание смертельного для микроорганизмов перегрева стенки биореакторов охлаждают водой.

Для ускорения превращения веществ в химических производствах нередко требуются высокие давления. Микроорганизмы действуют при нормальном давлении.

Рост культуры можно охарактеризовать временем удвоения количества клеток или биомассы. Однако эти величины могут различаться, т.к. биомасса может увеличиваться и без деления клеток. Рост числа клеток, биомассы сопровождается изменением содержания биополимеров в биомассе, в частности ДНК, РНК. Если в данных условиях культивирования время удвоения биомассы и числа клеток не различается, значит, рост культуры происходит согласно экспоненциальной зависимости:

$$dx / dt = \mu x \quad \text{или} \quad dN / dt = \mu N, \quad (6.1)$$

где N – количество клеток в 1 дм^3 среды;

x – концентрация биомассы, $\text{г}/\text{дм}^3$;

μ – удельная скорость роста, $1/\text{ч}$.

Посевной материал, попав в свежую полноценную среду, начинает размножаться не сразу. Только после определенного времени, иногда через несколько часов, клетки приспособляются к окружающей среде.

В биореакторе создаются оптимальные температурные условия, оптимальная концентрация кислорода и оптимальная кислотность среды. Условия контролируют и с помощью чувствительных датчиков. Профильтрованный стерильный воздух продувается через стерильный питательный раствор, который непрерывно перемешивается. Все отверстия биореактора, через которые возможно проникновение чужеродных микроорганизмов, стерилизуются водяным паром. По окончании процесса весь питательный раствор с

микроорганизмами и образовавшимися продуктами сливают, затем продукты отделяют и очищают.

Для фототрофных микроорганизмов (микроводорослей) используют биореакторы, конструкция которых позволяет обеспечивать достаточное для осуществления фотосинтеза освещение.

Экстенсивное культивирование микроводорослей в открытых водоемах ведется в основном для получения биомассы, а также для очистки сточных вод. Для получения биомассы используют простые и недорогие устройства.

Чаще всего это круглые, овальные или прямоугольные бассейны небольшой глубины, реже – цементированные или выстланные пленкой траншеи, различной формы лотки, цистерны. Поскольку регулирование температурных условий в открытых водоемах мало осуществимо, такое культивирование микроводорослей обычно проводят в районах, где мало облачных и дождливых дней, невелики суточные перепады температур – в тропиках и субтропиках. В некоторых случаях в холодное время применяют искусственный подогрев. Примером простейшего вида экстенсивного культивирования микроводорослей является выращивание сине-зеленой водоросли спирулины на озере Текскоко в Мексике. Площадь поверхности озера составляет 900 га. Сбор биомассы спирулины производится круглые сутки. Удвоение биомассы микроводоросли в озере происходит каждые 3–4 сут. После фильтрации суспензия высушивается горячим воздухом и измельчается в муку. Готовый продукт используется в качестве источника белка в диетическом питании.

Открытые установки в виде круглых бассейнов диаметром до 25 м, глубиной 0,2 м эксплуатируются в Японии (рис. 6.2).

Взвесь водорослей циркулирует в бассейне при помощи насоса. Лопатки сегнера колеса имеют отверстия, и воздух с углекислотой барботируется через эти отверстия. Лопатки приводятся во вращение реактивным движением и перемешивают взвешенные водоросли. Четыре установки обычно соединяют в батарею. После выгрузки взвесь водорослей центрифугируют и сушат в распылительной сушилке при температуре 100°C.

На таких установках в Японии культивируют зеленую микроводоросль хлореллу для производства концентрата, применяемого для замены рыбной и соевой муки в животноводстве.

В Узбекистане в установках открытого типа культивируют хлореллу, урожай которой составляет 30–60 т сухого вещества с гектара в год. Лимитирующим фактором культивирования там является сравнительно низкая зимняя температура (2–5°C).

В Тржебоне (Чехия) действует установка каскадного типа (рис. 6.3) для культивирования зеленой водоросли сценедесмус.

Установка состоит из панелей переменной площади, собранных из пластиковых желобов. Сечение желобов влияет на оседание водорослей на дне желоба. Панели защищены прозрачным покрытием, позволяющим сохранять тепло при уменьшении освещенности. Панели можно ориентировать на солнце. Стационарные панели установлены на крышах зданий, сооружений.

В Болгарии подобная установка размещена на поверхности грунта. При строительстве были учтены возможности использования местных природных ресурсов, обеспечивающих наряду с хорошей инсоляцией применение природных источников углекислоты и регулирование температуры за счет воды горячих источников.

Основным недостатком получения биомассы при культивировании микроводорослей в открытых установках является зависимость от погодных условий, из-за чего невозможно длительное, стабильное снятие урожая. Другими серьезными недостатками являются подверженность инфекциям (бактерии, личинки комаров, различные виды водорослей), влияние химического состава среды на химический состав биомассы.

Условия культивирования микроводорослей можно улучшить путем использования закрытых установок с естественным освещением. В этом случае микроводоросли выращивают в прозрачных трубах или специально сконструированных культиваторах, в которых предусмотрено поддержание оптимальных условий культивирования. Установки закрытого типа позволяют в 1,5–2 раза увеличить

урожай водоросли с единицы объема среды и снизить себестоимость биомассы.

Для повышения скорости роста биомассы в закрытых установках через среду продувают воздух, обогащенный диоксидом углерода. Газовую смесь вводят в культуру с помощью компрессора через перфорированные трубки или с током суспензии клеток через центробежный насос.

При массовом культивировании в закрытых системах используются или обычные минеральные питательные среды, или специально сбалансированные, учитывающие расходование основных компонентов в процессе роста биомассы.

Иногда в целях снижения стоимости получаемой биомассы для приготовления питательных сред применяют минеральные удобрения или естественную минеральную воду. Возможно ведение процесса в миксотрофных условиях при добавлении к минеральной среде органических веществ. Это позволяет получить большую биомассу при относительно низкой интенсивности света. Экономически выгодным оказалось использование сточных вод некоторых производств, в частности сахарных и гидролизных заводов.

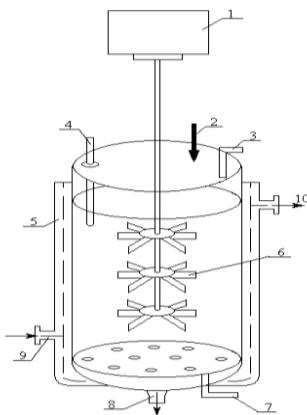
В Южной Италии построена фабрика, где выращивается спирулина на площади 2 га в закрытой системе – трубчатом реакторе (рис. 6.4). Трубы одновременно служат солнечным коллектором и тем самым позволяют продлить продуктивный сезон. Эксперименты во Флоренции показали, что, если размножение спирулины в прудах, озерах продолжается с июля по сентябрь, в трубах реактора оно начинается в апреле и заканчивается в середине октября. При этом урожай биомассы спирулины в 10 раз превышал урожай пшеницы, а выход белка был в 10 раз выше, чем у соевых бобов.

Реактор состоит из 50-метровой прозрачной стеклянной трубки диаметром 1 см. Культура микроводоросли подвергается рециклированию под действием насоса. Сообщество представлено одной водорослью и тремя бактериями; оно является устойчивым к заражению. В состав среды входит аммиак, минеральные соли, углекислота. В процессе культивирования выделяется чистый кислород. В полученной биомассе содержится до 50% белка, липиды, крахмал, глицерин.

Такой реактор называют фотореактором, т.к. он позволяет решить задачу контроля роста биомассы за счет использования солнечной энергии и углекислоты, то есть прирост биомассы микроводоросли происходит за счет фотосинтеза.

Разработаны установки и аппараты интенсивного управляемого культивирования фотосинтезирующих микроводорослей в полностью контролируемых условиях с автоматической стабилизацией оптимальных условий и непрерывной автоматической регистрацией физиологических функций культуры: скорости роста, интенсивности фотосинтеза и др.

В зависимости от конструкции установок ведут периодическое, проточное или комбинированное выращивание биомассы; процесс может быть одно- или многоступенчатым. Наиболее совершенным считается проточное выращивание микроводорослей, при котором по сигналам, поступающим от самой культуры, осуществляется автоматический отбор прирастающих клеток, подача свежей питательной среды и стабилизация оптической плотности культуры.



*Рис. 6.1. Принципиальная схема биореактора:
1 – мотор; 2 – подача питательной среды; 3 – дезаэрактор; 4 – система контроля параметров питательной среды; 5 – охлаждающая или обогревающая рубашка; 6 – мешалка; 7 – аэрактор; 8 – патрубок для выведения биомассы; 9, 10 – подача и, соответственно, выход холодной или теплой воды*

Для культивирования используют высокопродуктивные штаммы микроводорослей, полученные в результате селекции или под действием мутагенов. Чаще всего в качестве продуцентов используют термофилы, светолюбивые формы, сохраняющие высокую скорость роста в плотных популяциях.

Практическая часть

По рисункам 6.1–6.4 изучить принцип работы промышленных биореакторов (ферментеров). В журнале лабораторных работ зарисовать схемы ферментеров, проанализировать их принцип действия: определить общие черты, различия, преимущества и недостатки.

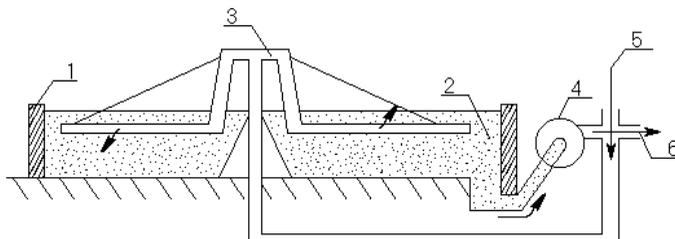


Рис. 6.2. Схема открытой установки для культивирования микроводорослей:
 1 – резервуар; 2 – водорослевая суспензия; 3 – сегнерово колесо; 4 – насос;
 5 – впуск смеси воздуха с углекислым газом; 6 – выгрузка суспензии

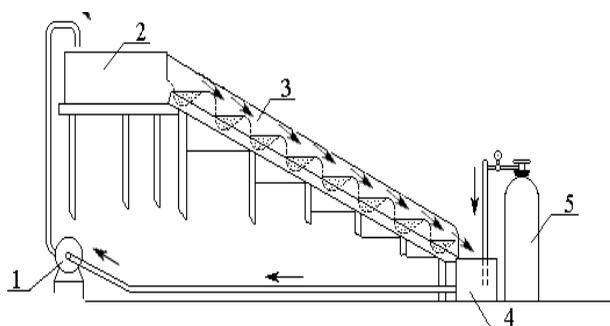


Рис. 6.3. Схема открытой установки каскадного типа:
 1 – насос; 2, 4 – резервуар со взвесью водорослей; 3 – желоба;
 5 – баллон с углекислотой

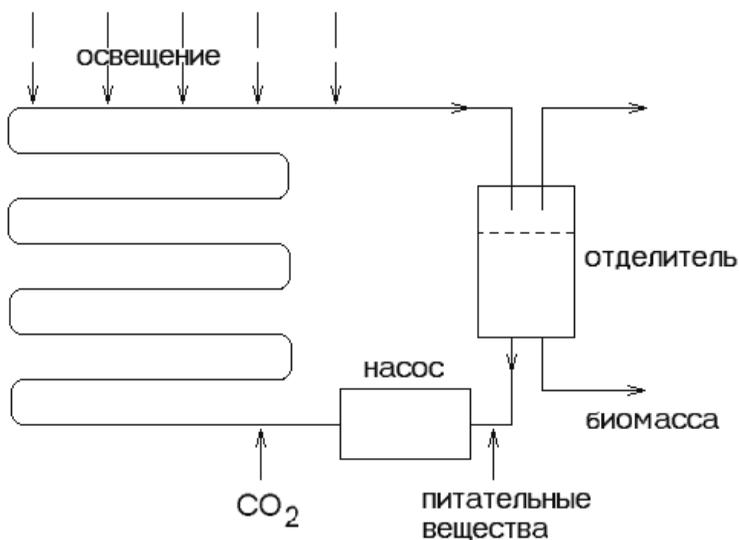


Рис. 6.4. Схема трубчатой закрытой установки для культивирования спирулины

Вопросы для самоконтроля

Как интенсивность освещения влияет на развитие микроводорослей?

Охарактеризуйте процесс культивирования микроводорослей в открытых установках.

Охарактеризуйте процесс культивирования микроводорослей в установках закрытого типа.

Приведите сравнительную характеристику процессов культивирования микроводорослей в установках открытого и закрытого типа.

Практическая работа 4

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА СПИРТОВОГО БРОЖЕНИЯ

Цель работы

Изучить процесс дрожжевого (спиртового) брожения

Задание

Определить CO_2

Определить интенсивность брожения

Определить этиловый спирт

Определить дрожжи микроскопированием

Теоретическая часть

Спиртовое брожение – это процесс превращения углеводов, вызываемый дрожжами, некоторыми видами бактерий (*Zygomonas mobilis*, *Sarcina ventriculi* и др.) и отдельными представителями муконовых грибов. Однако практическое значение имеет лишь спиртовое брожение, осуществляемое дрожжами.

Дрожжи встречаются на поверхности растений, плодов, ягод, зерна, в воздухе, почве. Это одноклеточные, неподвижные организмы диаметром 8–15 мкм (для сравнения: диаметр бактериальной клетки 0,5–0,7 мкм). Клетки дрожжей округлой, овальной или несколько удлинённой формы, содержат хорошо заметное под микроскопом ядро. В них встречаются различные включения: капли жира и волютина, сильно преломляющие свет; гликоген.

Дрожжи обычно размножаются бесполом путем почкованием (*Saccharomyces* и др.), реже – делением (*Schizosaccharomyces*), но способны и к спорообразованию. Споры могут формироваться как без предварительного слияния двух клеток, так и после полового процесса, т. е. в результате слияния содержимого двух клеток. В первом случае сумки со спорами возникают непосредственно из вегетативных клеток, во втором – из образовавшейся зиготы развивается сумка, в которой формируется от 4 до 12 спор (число спор обычно кратно 4). Однако образование спор у дрожжей наблюдается

редко. Их появлению способствует резкий переход культуры с богатого питательного субстрата на бедный и хорошая аэрация.

Дрожжи сбраживают углеводы (моно- и дисахариды) с образованием этилового спирта по схеме:



Источником азота служат пептоны, аминокислоты и аммонийные соли. Дрожжи дезаминируют аминокислоты, потребляя освобождающийся при этом азот. Образующиеся в процессе реакции высокомолекулярные спирты составляют главную часть сивушных масел. Дрожжи лучше развиваются при рН 4–6, устойчивы к высоким концентрациям сахара (до 70%) и спирта (до 14%).

Спиртовое брожение лежит в основе виноделия, пивоварения. В хлебопекарной промышленности дрожжи выполняют роль биологических разрыхлителей теста: при брожении и дыхании образуется диоксид углерода CO_2 , благодаря чему увеличиваются объем теста при выпечке и пористость хлеба. Большинство видов культурных дрожжей, используемых в бродильных производствах, принадлежит к роду *Saccharomyces*.

В пивоварении главное внимание обращают на полноту сбраживания мальтозы. В виноделии ценными оказываются побочные продукты, создающие «букет» вина.

Практическая часть

Материалы и оборудование. Питательная среда с сахарозой, дрожжи, плоскодонные колбы на 250 см³ с затвором Мейссля, весы и разновесы, цилиндры на 100 см³, этикетки, колба на 700–800 см³, отгонный аппарат Либиха, микроскопы и все необходимое для микроскопирования; пробирки, 20%-ный раствор Na_2CO_3 , кристаллический йод, небольшой стеклянный шпатель и водяная баня.

Для изучения спиртового брожения используют синтетическую среду следующего состава (в объемных процентах): сахароза – 15,0; пептон – 0,5; KH_2PO_4 – 0,3; $MgSO_4$ – 0,1.

Опыт ставят в нестерильных условиях, однако благодаря созданию элективных условий – учету избирательных потребностей возбудителей спиртового брожения в среде будут развиваться преимущественно дрожжи. При этом жизнедеятельность других групп микроорганизмов будет подавлена.

100 см³ среды наливают в колбу Эрленмейера или плоскодонную колбу на 250–300 см³ и вносят туда около 0,5 г прессованных или щепотку сухих дрожжей. Колбу закрывают каучуковой пробкой, в которую вставлен затвор Мейссля с резиновым клапаном Бунзена (рис. 8.1).

В состав затвора Мейссля входят три стеклянные детали: *внутренняя стеклянная трубка (1)*, один конец которой входит в колбу, а другой — во *внутренний стеклянный резервуар (2)*, имеющий внизу отверстия, соединяющие его с *внешним (основным) резервуаром (3)*, который имеет выход вверх и вниз. Выход вверх закрыт толстостенной резиновой трубкой с небольшим продольным разрезом (клапан Бунзена). Верхний конец резиновой трубки закрыт стеклянной бусиной. Затвор легко пропускает выделяющийся при брожении диоксид углерода (CO₂), но испаряющаяся при инкубации в термостате влага, проходя через слой концентрированной серной кислоты (H₂SO₄), налитой в затвор, поглощается ею. Клапан также пропускает выделяющийся из колбы CO₂, но не дает возможности наружному воздуху проникать в колбу.

Колбу взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г и ставят в термостат при 25°C.

К условиям, способствующим преимущественному развитию дрожжей по сравнению с другими

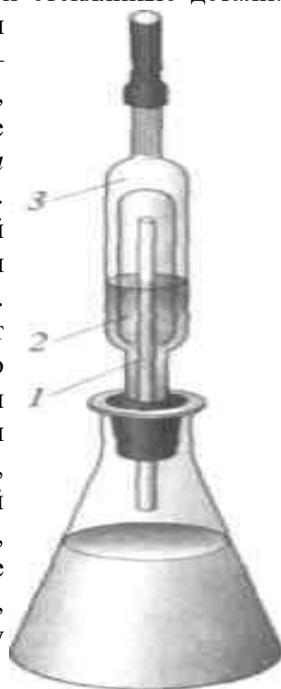
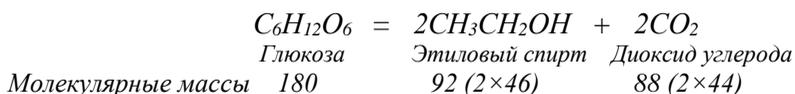


Рис. 8.1. Колба с затвором Мейссля для изучения спиртового брожения

микроорганизмами, относятся: высокая концентрация сахара, слегка кислая реакция среды (за счет KH_2PO_4), анаэробные условия, накопление значительного количества спирта. Сумма этих факторов делает среду селективной для дрожжей.

Определение CO_2 . Диоксид углерода, образующийся при брожении, определяют по разности массы колбы при постановке опыта и после его окончания. Завершение процесса брожения устанавливают по прекращению газообразования. Брожение обычно продолжается 2–3 дня. Несмотря на то, что колбу взвешивают только на технических весах, учет CO_2 получается достаточно точным, так как в процессе брожения его выделяется много. Почти 50% сброженного сахара превращается в диоксид углерода:



В опыте среда содержит 15 г сахара. При этом может выделиться 7–7,5 г CO_2 . Расчет количества образовавшегося спирта и сброженного сахара проводят, исходя из массы выделившегося диоксида углерода в соответствии с уравнением спиртового брожения.

Пример расчета

В процессе брожения образовалось 6 г CO_2 . Находим массы выделившегося спирта (x) и сброженного сахара (y):

$$\begin{array}{rcc}
 88 \text{ г } \text{CO}_2 & \text{соответствуют} & 92 \text{ г } \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \\
 6 \text{ г } \text{CO}_2 & - & x \text{ г } \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}
 \end{array}$$

$$x = 6 \cdot 92 / 88 = 6,3 \text{ (г)};$$

$$\begin{array}{rcc}
 88 \text{ г } \text{CO}_2 & \text{соответствуют} & 180 \text{ г } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \\
 6 \text{ г } \text{CO}_2 & - & y \text{ г } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6
 \end{array}$$

$$y = 6 \cdot 180 / 88 = 12,3 \text{ (г)}$$

Определение интенсивности брожения. Под интенсивностью брожения понимают отношение массы сброженного за определенный промежуток времени сахара к исходному его количеству в процентах.

Пример расчета

Если бы за время инкубации подверглись брожению все 15 г сахара, то интенсивность брожения составила бы 100%. В результате же опыта было сброжено 12,3 г сахара:

15 г сахара соответствуют 100% интенсивности брожения
12,3 г сахара – x интенсивности брожения

$$x = 12,3 \cdot 100 / 15 = 82 (\%)$$

Микроскопирование дрожжей. Познакомиться с морфологией дрожжей можно при исследовании препарата, приготовленного из бродящей жидкости. Для этого ее каплю стеклянной палочкой наносят на предметное стекло, накрывают покровным стеклом и после нанесения капли кедрового масла микроскопируют с иммерсионной системой объектива. При микроскопировании препарата в раздавленной капле конденсор следует немного опустить. На препарате надо найти клетки в стадии почкования и зарисовать их – это *Saccharomyces cerevisiae*.

Определение этилового спирта. После взвешивания бродильных колб и определения CO_2 культуральную жидкость переносят в плоскодонную круглую колбу на 700–800 см³ для отгонки этилового спирта.

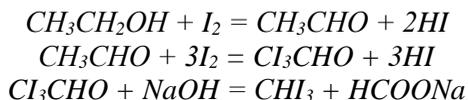
Колбу соединяют с обратным холодильником, устанавливают на асбестовой сетке над газовой горелкой и начинают нагревать. Жидкость закипает. Спирт улетучивается вместе с парами воды и, охлаждаясь в холодильнике, каплями стекает в приемную колбу.

При анализе интересно получить несколько последовательных порций отгона. Для этого ставят 3–4

приемные колбы и в каждую набирают примерно 10–15 см³ отгона. Пробы из разных порций наносят на фарфоровую пластину и поджигают. Первые порции отгона горят интенсивнее, так как они содержат больше спирта, чем последующие. Первые 2–3 фракции используют для проведения качественных реакций на этиловый спирт.

Одна из качественных реакций на этиловый спирт основана на том, что он с кристаллическим йодом в щелочной среде при нагревании до 60–70°C образует йодоформ (CHI₃).

Берут в пробирку 3–5 см³ отгона, прибавляют столько же 20%-ного раствора Na₂CO₃ и около 0,1 г кристаллического йода в порошке. Смесь взбалтывают, нагревают на водяной бане при 60–70°C до полного растворения йода и его обесцвечивания. При охлаждении раствора в осадок выпадают мелкие светло-желтые кристаллы йодоформа, имеющего характерный резкий запах. Процесс проходит по следующей схеме:



Из летучих органических соединений положительную йодоформную пробу дают уксусный альдегид и ацетон. В их отсутствии в отгоне убеждаются при помощи фуксинсернистой кислоты или аммиачного раствора серебра. При наличии альдегидов фуксинсернистая кислота краснеет, а аммиачный раствор серебра чернеет вследствие выпадения металлического серебра в осадок.

Другая качественная реакция на спирт осуществляется с помощью бихромата калия. К 5 см³ отгона прибавляют несколько капель 10%-ного раствора H₂SO₄ и небольшой кристалл K₂Cr₂O₇. При слабом нагревании образуется уксусный альдегид, температура кипения которого 21°C. Для его обнаружения отверстие пробирки покрывают фильтровальной бумагой, смоченной аммиачным раствором нитрата серебра. При образовании уксусного альдегида, а значит, и при наличии спирта, бумага чернеет.

Вопросы для самоконтроля

Приведите определение спиртового брожения.

В каких пищевых технологиях используется процесс спиртового брожения?

Какие виды бактерий способны вызывать спиртовое брожение?

Охарактеризуйте постановку опыта для изучения процесса спиртового брожения.

Практическая работа 5

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА МОЛОЧНОКИСЛОГО БРОЖЕНИЯ

Цель работы

Изучить процесс молочнокислого брожения

Задание

Определить молочнокислые бактерии микроскопированием
Определить присутствие молочной кислоты и ее количество

Теоретическая часть

Молочнокислое брожение лежит в основе силосования, квашения овощей, переработки молока в кисломолочные продукты и сыр; кислый вкус черного хлеба определяется молочной кислотой. Данные процессы вызывают молочнокислые бактерии, которые разнообразны и широко распространены в природе.

Молочнокислые бактерии обитают на поверхности растений, в молоке, на пищевых продуктах, в кишечнике человека и животных. Они имеют много общих признаков, важнейшими из которых являются следующие:

- способность к синтезу молочной кислоты;
- грамположительность;
- отсутствие спор;
- неподвижность;
- форма (кокки или палочки);
- требовательность к источникам азота (многие из них не развиваются на простых синтетических средах);

Критические значения реакции среды (рН) для развития некоторых групп бактерий:

- молочнокислые 4,0–3,5;
- маслянокислые 5,0–4,7;
- гнилостные 5,5–5,0.

Практическая часть

Материалы и оборудование. Свежее молоко, колбы на 100 см³, цилиндры на 100 см³, пипетки на 5 и 10 см³; 0,1 моль/дм³ раствор NaOH, фенолфталеин, треножники с сеткой, микроскопы и все необходимое для приготовления препаратов, воронки, фильтры, 10%-ный раствор AgNO₃, 13%-ный раствор NH₄OH, H₂SO₄ плотностью 1,84 г/см³; 0,2%-ный спиртовой раствор тиюфена, 5%-ный раствор KMnO₄, метиленовый синий.

Определив начальную кислотность молока титрованием 0,1 моль/дм³ раствором NaOH, его разливают в колбы Эрленмейера на 100 см³ по 40–50 см³ и закрывают ватными пробками.

Параллельно выполняют второй вариант опыта: разливают молоко в колбы, закрывают ватными пробками, ставят на асбестовые сетки и доводят молоко до кипения.

Колбы с кипяченым и некипяченым молоком помещают в термостат при температуре 30°C. Через 10–12 ч некипяченое молоко скисает. В колбе образуется ровный плотный сгусток без следов газа (если в опыте используют молоко хорошего качества). Сгусток получается в результате реакции молочной кислоты с казеинатом кальция и выпадения казеиновой кислоты в осадок.

При кипячении молока молочнокислые бактерии, поскольку они не образуют спор, погибают, споры же маслянокислых бактерий сохраняются. При инкубации в термостате они прорастают и осуществляют маслянокислое брожение лактозы. В результате реакции масляной кислоты с казеинатом кальция и в этом варианте опыта казеиновая кислота выпадает в осадок. В дальнейшем она подвергается пептонизации, в результате чего сыворотка приобретает кремовый цвет, неприятный запах масляной кислоты (запах пота) и прогорклый вкус.

Микроскопирование молочнокислых бактерий. Если простоквашу хранить при комнатной температуре, то на ее поверхности появляется белая или кремовая бархатистая морщинистая пленка. Такая же пленка обычно бывает на поверхности рассола при квашении огурцов, капусты и других овощей. Это молочная плесень – *Geotrichum candidum* (*Oidium lactis*), которая всегда сопутствует молочнокислому брожению, являясь его нежелательным спутником. Она окисляет молочную кислоту, образуемую молочнокислыми бактериями, до CO_2 и H_2O , снижая кислотность среды. В результате кисломолочные и квашеные продукты начинают портиться, так как в среде происходит развитие гнилостных бактерий.

Молочная плесень – аэробная форма, поэтому развивается только на поверхности. Имеет многоклеточный мицелий, который распадается на отдельные клетки, так называемые оидии, по форме напоминающие дрожжи и служащие для размножения.

Для микроскопических наблюдений за молочнокислыми бактериями готовят препарат из прокисшего молока. Бактериологическую петлю вводят в сгусток и, повернув вокруг оси, извлекают, прикасаясь ею к пленке, которую образует молочная плесень. Сгусток размазывают по предметному стеклу очень тонким слоем без воды. Сушат на воздухе. Фиксируют смесью спирта с эфиром (приблизительно 1:1), несколько раз нанося смесь на мазок и сливая ее. При такой фиксации не только погибают и прикрепляются к стеклу бактерии, но и с помощью эфира извлекается и удаляется жир, капли которого на препарате мешают окраске и микроскопированию.

Фиксированный препарат окрашивают метиленовым синим 2–3 мин, промывают водой, высушивают и микроскопируют с иммерсией. Метиленовый синий – лучший краситель для молочнокислых бактерий молока, так как он слабо окрашивает основной фон (казеин) и хорошо – клетки микроорганизмов. На препарате преобладают мелкие округлые клетки *Lactococcus lactis*, соединенные в короткие цепочки. Эта бактерия – возбудитель естественного скисания молока в средних широтах.

Оптимальная температура для ее развития – 30°C. Она способствует накоплению в молоке до 1% молочной кислоты.

Нередко на препарате видны разных размеров тонкие палочки обычной правильной формы рода *Lactobacillus*, иногда содержащие зерна волютина. Чаше встречается *Lactobacillus bulgaricus* (рис. 11.1) – возбудитель естественного скисания молока в южных широтах. Оптимальная температура ее развития – 40°C, она кислотоустойчива, накапливает до 3,5% молочной кислоты. На плотных средах эта бактерия образует мелкие характерные колонии в виде комочков ваты, как правило, выпуклые, непрозрачные, непигментированные.

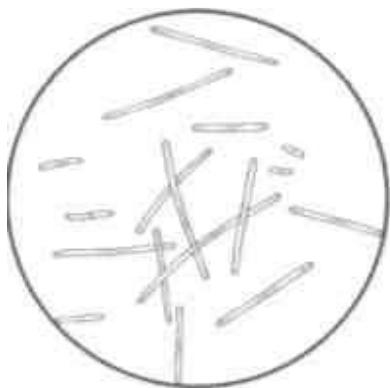


Рис. 11.1. *Lactobacillus bulgaricus*

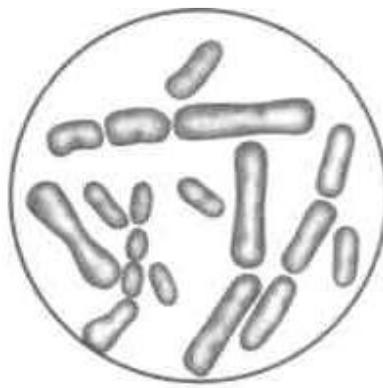


Рис. 11.2. Молочная плесень
Geotrichum candidum

Если на поверхности прокисшего молока появилась пленка, то в мазке обнаруживается также и молочная плесень (рис. 11.2). Прямоугольные или овальные клетки ее отличаются от молочнокислых бактерий большими размерами.

Можно приготовить также фиксированные препараты из кисломолочных продуктов (йогурта, кефира, ацидофилина, ряженки, бифидока и др.) и зарисовать доминирующие формы.

Препараты из силоса или квашеной капусты готовят следующим образом: сначала втирают в предметное стекло кусочки силосуемой массы (или капусты), подсушивают и

фиксируют над пламенем горелки. Остывший препарат окрашивают эритрозинем (он в отличие от фуксина не окрашивает растительные элементы). И в силосе, и в квашеной капусте преобладают тонкие, хорошо прокрашивающиеся палочки *L. plantarum*.

Определение количества и качественные реакции на молочную кислоту. Количество молочной кислоты устанавливают по разности между объемами 0,1 моль/дм³ раствора NaOH, пошедшего на титрование молока в конце опыта, и при его постановке.

Для титрования берут 5–10 см³ (лучше 10 см³) свежего или прокисшего молока, помещают его в колбу Эрленмейера на 100 см³, добавляют 20 см³ дистиллированной воды, 1–2 капли фенолфталеина и титруют 0,1 моль/дм³ раствором NaOH при постоянном взбалтывании до появления устойчивой слабо-розовой окраски. Если на поверхности прокисшего молока образовалась пленка, то, прежде чем взять сгусток, ее сдвигают пипеткой или стеклянной палочкой в сторону, затем разбивают сгусток, постукивая колбой о ладонь.

Кислотность молока выражают в градусах Тернера (°Т) или процентах молочной кислоты. Так, 1°Т соответствует 1 см³ 0,1 моль/дм³ раствора щелочи, пошедшей на титрование 100 см³ молока. Следовательно, если на титрование 10 см³ молока пошло x см³ щелочи, то для выражения кислотности молока в градусах Тернера нужно значение x умножить на 10.

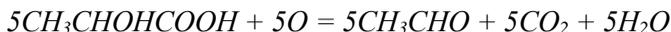
Чтобы выразить кислотность в процентах молочной кислоты, количество 0,1 моль/дм³ раствора NaOH (в см³), потраченное на титрование 100 см³ молока, умножают на 0,009, так как 1 см³ 0,1 моль/дм³ NaOH нейтрализует эквивалентное количество молочной кислоты. Молекулярная масса молочной кислоты составляет 90. Для приготовления 1 дм³ 1 моль/дм³ раствора требуется 90 г кислоты. В 1 дм³ 0,1 моль/дм³ раствора содержится 9 г, а в 1 см³ – 0,009 г молочной кислоты.

После определения титруемой кислотности оставшееся скисшее молоко отфильтровывают через бумажный складчатый фильтр. Фильтрат используют для качественных реакций на молочную кислоту.

Для проведения реакции «серебряного зеркала» молочную кислоту превращают в уксусный альдегид. Реакция происходит в кислой среде при температуре кипения в присутствии $KMnO_4$. Результатом взаимодействия уксусного альдегида с аммиачным раствором серебра является образование металлического серебра (серебристое окрашивание).

Последовательность проведения этой качественной реакции на молочную кислоту следующая. В коническую колбу на 100 см^3 набирают пипеткой 5 см^3 фильтрата, добавляют 2 см^3 концентрированной серной кислоты и нагревают на асбестовой сетке до начала кипения, периодически взбалтывая. Затем, продолжая кипячение и помешивание, пипеткой по каплям приливают 5 см^3 5%-ного раствора $KMnO_4$, который при этом обесцвечивается. В результате молочная кислота превращается в уксусный альдегид.

Происходящие химические реакции можно выразить следующими уравнениями:



Для распознавания уксусного альдегида горлышко колбы без промедления накрывают фильтровальной бумагой, смоченной аммиачным раствором $AgNO_3$.

Аммиачный раствор нитрата серебра готовят следующим образом: к $1\text{--}2\text{ см}^3$ 10%-ного раствора $AgNO_3$ в пробирке добавляют по каплям аммиак: сначала появляется осадок Ag_2O , который затем растворяется в избытке аммиака.

Аккуратно, чтобы не разорвать, фильтровальную бумагу прижимают к краям горла колбы, продолжая нагревание. Уксусный альдегид улетучивается и, реагируя с аммиачным раствором $AgNO_3$, вызывает почернение бумаги, имеющее серебристый оттенок, – это выделяется металлическое серебро.

Другой качественной реакцией на молочную кислоту служит реакция с тиофеном. Для ее проведения в пробирку к $1\text{--}2\text{ см}^3$ фильтрата прибавляют 5 см^3 концентрированной серной кислоты и $0,5\text{ см}^3$ насыщенного раствора $CuSO_4$. Смесь

взбалтывают, нагревают 5 мин на водяной бане при 100°C и после охлаждения добавляют к ней несколько капель 0,2%-ного спиртового раствора тиофена. В присутствии молочной кислоты наблюдается вишнево-красное окрашивание. Реакция очень чувствительна и специфична.

Вопросы для самоконтроля

Приведите определение молочнокислого брожения.

В каких пищевых технологиях используется процесс молочнокислого брожения?

Какие виды бактерий способны вызывать молочнокислое брожение?

Охарактеризуйте постановку опыта для изучения процесса молочнокислого брожения.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Биотехнология: учебник. С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с.

Дополнительная литература

2. Агаджанян А.Е., Варданян А.А., Сагиян А.С. Усовершенствование процесса выделения и очистки валина из ферментационного раствора // Биотехнология, 2007. – № 4. – С. 41–46.

3. Винаров А.Ю., Кухаренко А.А., Панфилов В.И. Лабораторные и промышленные ферментеры. – М.: РХТУ, 2004. – 97 с. (ЭБС «IQLIB»).

4. Витол И.С., Коваленок А.В., Нечаев А.П. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания. – М.: ДеЛи принт, 2013. – 352 с.

5. Егорова Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии: Учеб. пособие. – М.: Академия, 2008. – 208 с.

6. Ефимова М.В. Введение в прикладную биотехнологию. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2003. – 100 с.

7. Зимичев А.В., Зипаев Д.В. Кефирные грибки и закваски на их основе // Молочная промышленность, 2007. – № 8. – С. 34–36.

8. Кожухова М.А. Получение овощных соков и напитков с использованием биотехнологических методов // Известия вузов. Пищевая технология, 2007. – № 4. – С. 28–30.

9. Николаев А.Н., Войнов Н.А. Экологически безопасное производство продуктов микробного синтеза // Биотехнология, 2009. – № 2. – С. 69–72.

10. Применение иммобилизованных клеток дрожжей для производства спиртосодержащих напитков / Н.А. Степанов, Н.М. Мартыненко, И.М. Грачева, Е.М. Ефременко // Известия вузов. Пищевая технология, 2006. – № 6. – С. 45–46.

11. Проблемы контроля пищевой безопасности генетически модифицированных продуктов питания / Т.Н. Прудникова, Н.В. Ильчишина, А.И. Гаманченко, М.Д. Назарько // Известия вузов. Пищевая технология. 2006. № 2–3. – С. 110–111.

12. Рогожин В.В. Биохимия растений. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 432 с.

13. Руденко Е.Ю. Сравнительная характеристика дрожжей для плодово-ягодного виноделия // Известия ВУЗов. Пищевая технология, 2007. – № 4. – С. 67–69.

14. Саловарова В.П. Методические подходы к проблеме безопасности продуктов питания с использованием генетически модифицированных источников // Известия вузов. Пищевая технология, 2006. – № 2–3. – С. 112–113.

15. Совершенствование технологии приготовления питательных сред на основе ферментативных гидролизатов рисовой и соевой муки / Г.П. Трошкова, Л.Д. Мартынец, Е.В. Кирова, Т.П. Сумкина, А.В. Юдин // Биотехнология, 2006. – № 4. – С. 74–78.

16. Шабров А.В., Дадали В.А., Макаров В.Г. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи. – М.: Аввалон, 2003. – 184 с.

17. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 496 с.