

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Заведующий кафедрой

А.А. Соловьев

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Биохимия растительной клетки
по направлению:	Биология
профиль подготовки:	Биология и биоинформатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра геномики и биотехнологии растений
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: А.А. Соловьев, д-р биол. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры геномики и биотехнологии растений 20.02.2025

Аннотация

Дисциплина «Биохимия растительной клетки» раскрывает ключевые понятия и основные проблемы двух смежных дисциплин – биохимии и молекулярной биологии. Данный курс дает фундаментальные знания о строении и свойствах макромолекул, входящих в состав живой материи, их химических превращениях и значении этих превращений для понимания физико-химических основ жизнедеятельности. В ходе изучения дисциплины раскрываются основные молекулярные механизмы наследственности и адаптации биохимических процессов в живых организмах к изменяющимся условиям окружающей среды. Формируется понимание единства метаболических процессов в организме и их регуляции на молекулярном, клеточном, организменном уровнях.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Овладение знаниями о строении и свойствах биологических молекул, входящих в состав живой материи, их химических превращениях и значении этих превращений для понимания физико-химических основ жизнедеятельности.

Задачи дисциплины

- сформировать знание основ молекулярной структуры сложных биологических молекул и её взаимосвязи с их функциями;
- сформировать представление о ключевых метаболических процессах, лежащих в основе жизнедеятельности клетки, и механизмах их регуляции;
- сформировать понимание сущности механизмов наследственности и её реализации в конкретных условиях окружающей среды;
- сформировать понимание единства и адаптивности метаболических процессов на молекулярном и клеточном уровнях.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Способен выявлять специфику философских и научных традиций основных мировых культур
	УК-5.2 Способен определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на математических, физических, химических, биологических законах, закономерностях и взаимосвязях	ОПК-1.1 Умеет анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-1.2 Владеет исследовательскими методами и способен использовать их при решении новых задач, применяя знания из различных областей науки (техники)
	ОПК-1.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, задач, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения

ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.2 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной, технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций
	ОПК-3.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
	ОПК-3.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-3 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-3.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-3.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-3.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, в письменной и устной форме

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные понятия и принципы классификации соединений, входящих в состав живых организмов;
- структуру и пространственную организацию белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, низкомолекулярных биорегуляторов;
- физико-химические свойства, методы синтеза и анализа биоорганических соединений;
- ферментативный катализ, понятия о ферментах, антителах, основные закономерности протекания ферментативных реакций;
- аэробные и анаэробные метаболические процессы, интеграцию между ними и принципы их регуляции;
- строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов;
- основные принципы реализации генетической информации в клетках растений, животных и микроорганизмов.

уметь:

- решать теоретические задачи по биохимии и молекулярной биологии;
- интегрировать знания различных дисциплин при описании молекулярно-биологических и биохимических процессов;
- моделировать эксперименты области биохимии и молекулярной биологии;
- использовать базы данных и другие информационные ресурсы для получения информации о молекулярно-биологических и биохимических процессах.

владеть:

- навыками освоения большого объема теоретического материала;
- навыками самостоятельного поиска целевой информации в Интернете;
- культурой моделирования молекулярно-биологических экспериментов;
- практикой постановки проблемных задач и их решения в области биохимии и молекулярной биологии;
- навыками теоретического анализа задач биохимии и молекулярной биологии, связанных с изучением свойств биологических систем на молекулярном и субклеточном уровнях структурной организации.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Основы протеомики	6			6
2	Основы энзимологии	6			6
3	Основы молекулярной биологии	6			6
4	Основы геномики	6			6
5	Основы метаболомики	6			6
Итого часов		30			30
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 1 (Осенний)

1. Основы протеомики

Строение, классификация и свойства аминокислот. Биосинтез аминокислот. Методы анализа аминокислот. Строение, классификация и функции белков. Уровни организации структуры белка. Глобулярные и фибриллярные белки. Домены. Физико-химические свойства белков. Методы выделения, очистки и разделения белков. Методы определения молекулярной массы и секвенирования белков.

2. Основы энзимологии

Строение, номенклатура и классификация ферментов. Свойства и специфичность. Каталитический центр и аллостерический участок. Антитела. Энергия активации ферментативной реакции. Кинетика ферментативных реакций. Типы ингибирования ферментативных реакций и модели их описывающие.

3. Основы молекулярной биологии

Химический состав и структура нуклеиновых кислот. Свойства ДНК. Репликация у прокариот и эукариот: типы, этапы и механизм, ключевые ферменты. Классификация мутаций. Репарация: типы и их механизмы. Рекомбинация. Транскрипция у прокариот и эукариот: этапы и механизм, ключевые ферменты и факторы, регуляция. Процессинг. Трансляция: этапы и механизм, ферменты и факторы трансляции, регуляция. Посттрансляционная модификация. Регуляция экспрессии гена. РНК-интерференция и сайленсинг.

4. Основы геномики

Структура гена и генома. Повторяющаяся ДНК. ПЦР и молекулярные маркеры. Методы детекции продуктов амплификации. Методы секвенирования и биоинформатического анализа. Методы генетической модификации и геномного редактирования.

5. Основы метаболомики

Углеводы: классификация и строение. Дыхание: обмен глюкозо-6-фосфата, дихотомический путь распада. Пути окисления глюкозы. Цикл Кребса. Цепь переноса электронов в митохондриях. Световая и темновая фазы фотосинтеза. Цепь переноса электронов в хлоропластах. Устройство фотосистемы I и II. Цикл Кальвина. Обмен простых углеводов, олигосахаридов, полисахаридов. Липиды: классификация и строение. Обмен и синтез триглицеридов. Классификация процессов биологического окисления и локализация их в клетке. Свободное окисление и окисление, сопряженное с фосфорилированием АДФ. Энергетический баланс распада углеводов и триглицеридов.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Литература предоставляется базовой кафедрой

1. Нельсон, Кокс. Основы биохимии Ленинджера: в 3-х томах. - Лаборатория знаний, 2020
2. Бокуть С.В., Герасимович Н.В., Милютин А.А. Молекулярная биология. - Мн.: Вышэйшая школа, 2005
3. Коничев А.С., Севастьянова Г.А. Молекулярная биология. - М.: Академия, 2005

Дополнительная литература

Литература предоставляется базовой кафедрой

1. Мушкхамбаров Н.Н., Кузнецов С.Л. Молекулярная биология. - М.: МИА, 2007
2. Сингер М., Берг П. Гены и геномы. Т. 1-2. - М.: Мир, 1998
3. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия. - М.: Мир, 2000
4. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. - М.: Просвещение, 1987

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Приветствуется наличие во время занятий смартфонов/ноутбуков для участия в интерактивных упражнениях.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, прослушавший курс, должен с одной стороны, овладеть теоретическими знаниями по биохимии и молекулярной биологии, а с другой стороны, должен научиться применять полученные знания на практике. Успешное освоение курса требует самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе),
- чтение и конспектирование дополнительной литературы,
- подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения,
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях,
- подготовку к экзамену.

Руководство и контроль самостоятельной работы студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций и проверки домашнего задания. Показателем владения материалом служит умение синтезировать полученные знания из разных тем и разделов, а также из смежных дисциплин между собой. Для этого студент должен решать как можно больше задач, активно участвовать в семинарах, выполнять домашние задания.

Рекомендуется проводить самостоятельную работу по следующей схеме: изучение материала лекции по конспекту в день прослушивания лекции; повторение материала перед следующей лекцией, проработка учебного материала по конспектам лекций, учебной и научной литературе, подготовка ответов на вопросы, выполнение домашнего задания.

Важно добиться осознанного понимания изучаемого материала, а не механического его воспроизведения. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору. Обязательным требованием является выполнение домашних работ, которые систематически сдаются на проверку.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Биология
профиль подготовки: Биология и биоинформатика
Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики
кафедра геномики и биотехнологии растений
курс: 1
квалификация: магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 1 (осенний) - Экзамен

Разработчик: А.А. Соловьев, д-р биол. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Способен выявлять специфику философских и научных традиций основных мировых культур
	УК-5.2 Способен определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на математических, физических, химических, биологических законах, закономерностях и взаимосвязях	ОПК-1.1 Умеет анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ОПК-1.2 Владеет исследовательскими методами и способен использовать их при решении новых задач, применяя знания из различных областей науки (техники)
	ОПК-1.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, задач, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения
	ОПК-3.2 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной, технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций
	ОПК-3.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации
	ОПК-3.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ПК-3 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-3.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-3.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-3.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, в письменной и устной форме

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Биохимия растительной клетки» обучающийся должен:

знать:

- основные понятия и принципы классификации соединений, входящих в состав живых организмов;
- структуру и пространственную организацию белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, низкомолекулярных биорегуляторов;
- физико-химические свойства, методы синтеза и анализа биоорганических соединений;
- ферментативный катализ, понятия о ферментах, антителах, основные закономерности протекания ферментативных реакций;
- аэробные и анаэробные метаболические процессы, интеграцию между ними и принципы их регуляции;
- строение и состав генома прокариотических и эукариотических организмов;
- основные принципы реализации генетической информации в клетках растений, животных и микроорганизмов.

уметь:

- решать теоретические задачи по биохимии и молекулярной биологии;
- интегрировать знания различных дисциплин при описании молекулярно-биологических и биохимических процессов;
- моделировать эксперименты области биохимии и молекулярной биологии;
- использовать базы данных и другие информационные ресурсы для получения информации о молекулярно-биологических и биохимических процессах.

владеть:

- навыками освоения большого объема теоретического материала;
- навыками самостоятельного поиска целевой информации в Интернете;
- культурой моделирования молекулярно-биологических экспериментов;
- практикой постановки проблемных задач и их решения в области биохимии и молекулярной биологии;
- навыками теоретического анализа задач биохимии и молекулярной биологии, связанных с изучением свойств биологических систем на молекулярном и субклеточном уровнях структурной организации.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Во время текущего контроля студент должен уметь ответить на следующие вопросы:

1. Цели и задачи биохимии. История развития биохимии. Связь биохимии с другими науками.
2. Элементарный состав живых организмов и свойства атомов, участвующих в построении биохимических соединений.
3. Химические элементы в организме человека: кальций и фосфор, йод.
4. Химические элементы в организме человека: натрий и хлор, железо.
5. Аминокислоты - структурные элементы белковых молекул (общая формула, свойства).
6. Классификация белков. Функции белков.
7. Свойства белков. Содержание белков в органах и тканях.
8. Полипептидная теория строения белков.
9. Первичная структура белковых молекул.
10. Вторичная структура белковых молекул.
11. Третичная и четвертичная структура белковых молекул.
12. Биосинтез белков: транскрипция и активирование аминокислот.
13. Биосинтез белков: трансляция.
14. Оперонный уровень регуляции.
15. Витамины: свойства, классификация, история изучения.
16. Характеристика водорастворимых витаминов: витамины группы В.
17. Характеристика жирорастворимых витаминов: А, Д, Е, К.
18. Характеристика водорастворимых витаминов: С, Р, Н.
19. Классификация ферментов. Оксидоредуктазы. Трансферазы.
20. Классификация ферментов. Гидролазы. Лиазы.
21. Классификация ферментов. Изомеразы. Лигазы.
22. Ферменты. История изучения. Свойства ферментов. Специфичность.
23. Строение ферментов.
24. Механизм действия ферментов. Применение ферментов.

25. Нуклеиновые кислоты. История изучения. Виды нуклеиновых кислот.
26. Химический состав нуклеиновых кислот.
27. Структура нуклеиновых кислот. Нуклеотиды, нуклеозиды.
28. Первичная структура нуклеиновых кислот.
29. Вторичная и третичная структура нуклеиновых кислот.
30. Общая характеристика и классификация углеводов.
31. Характеристика углеводов: галактоза, мальтоза, фруктоза, глюкоза.
32. Гомополисахариды.
33. Гетерополисахариды.
34. Обмен углеводов и его значение.
35. Основы биоэнергетики.
36. Общая характеристика липидов. Основные функции.
37. Простые липиды.
38. Сложные липиды.
39. Биологическое окисление.
40. Стероидные гормоны.
41. Пептидные гормоны.
42. Структура и функции гормонов: адреналин, тироксин и другие.

Во время занятий могут проходить интерактивные обсуждения в чатах курса, что будет являться домашним заданием. Возможно выполнение патентного поиска в качестве самостоятельной задачи. Успешное выполнение всех заданий по курсу и выполнение контрольных срезов знаний дает преимущество на экзамене.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Классификация аминокислот. Незаменимые аминокислоты. Нестандартные аминокислоты.
2. Хиральность. Оптическая активность АК. Цвиттерионная форма АК. Абсолютная конфигурация АК
3. Пептиды. Качественная реакция на пептиды. Биоактивные пептиды
4. Классификация белков. Пространственная организация белков.
5. Методы анализа белков. Хроматография: ионообменная, бумажная, тонкослойная, газовая, жидкостная. Секвенирование белков
6. Вторичная структура белка. α -спираль. β -складчатость. Нерегулярные вторичные структуры Глобулярные и фибриллярные белки. Домены
7. Третичная структура. Сравнение вторичной и третичной структур. Инвариантные АК. Четвертичная структура. Фибриллярные и глобулярные белки.
8. Лабильность. Денатурация. Цвиттер-ионная природа белковой молекулы. ИЭТ белков. Растворимость. Растворимость белков – функция от ионной силы и pH раствора. ИЭТ и растворимость.
9. Выделение, разделение и очистка белков. Определение молекулярной массы белка. Определение формы белковых молекул.
10. Строение ферментов. Номенклатура и классификация ферментов.

Типовые билеты:

Билет №1.

1. Классификация аминокислот. Незаменимые аминокислоты. Нестандартные аминокислоты.
2. Мутации. Классификация. Причины. Мутагены. Горячие точки и частота мутаций.

Билет №2.

1. Третичная структура. Сравнение вторичной и третичной структур. Инвариантные АК. Четвертичная структура. Фибриллярные и глобулярные белки.
2. Каталитический центр. Однокомпонентный фермент. Двухкомпонентные голоферменты. Аллостерический участок. Мультимеры и мономеры. Изозимы. Мультиэнзим. Метаболон.

Билет №3.

1. Лабильность. Денатурация. Цвиттер-ионная природа белковой молекулы. ИЭТ белков.
2. Терминация репликации у прокариот.

Билет №4.

1. Пептиды. Качественная реакция на пептиды. Биоактивные пептиды
2. Рестриктазы: роль, классификация. Механизм и роль метилирования.

Билет №5.

1. Рестриктазы: роль, классификация. Механизм и роль метилирования.
2. Фолдинг. Модели сворачивания белка. Роль фолдаз, шаперонов и лигандов.

Критерии оценивания

Оценка отлично (10 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5 баллов) - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2 балла) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1 балл) - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать одного астрономического часа.