

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:
Директор Биологического института
Д.С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

Биохимия растений

по направлению подготовки

35.03.04 Агрономия

Направленность (профиль) подготовки:
«Агробиология»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2023

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А.С. Бабенко

Председатель УМК
А.Л. Борисенко

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 –Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1. Решает типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук.

2. Задачи освоения дисциплины

- Дать современные представления о главных биохимических процессах в растениях.

- Ознакомить студентов с влиянием регулируемых и нерегулируемых факторов внешней среды на основные биохимические процессы в растении.

- Научить использовать теоретические знания по биохимии для оценки физиологического состояния растений.

– Сформировать систематизированные знания в области биохимии в отношении основных классов биологически важных молекул.

– Научиться пользоваться измерительными приборами и оборудованием, применяемыми в биохимических исследованиях для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 3, зачет.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: неорганическая химия, органическая химия.

6. Язык реализации

Русский.

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 20 ч.;

– семинарские занятия: 4 ч.

– практические занятия: 0 ч.;

– лабораторные работы: 28 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Введение в биохимию. Живые системы, уровни их организации. Биохимия как наука. Краткая история развития биохимии. Живые системы. Уровни структурной организации живого.

Тема 2. Природные аминокислоты. Пептидная связь. Пептиды и белки. Уровни структурной организации белков. Природные аминокислоты (АК). Способы

классификации АК. Важнейшие и незаменимые АК. Первичная структура пептидов и белков.

Природа пептидной связи. Номенклатура пептидов и полипептидов. "Консервативные" и гомологичные последовательности аминокислот в белках.

Уровни структурной организации белков (первичная, вторичная, третичная, четвертичная и надмолекулярные структуры). Упорядоченная (α -спираль, β -слои) и неупорядоченные структуры. Конформационная стабильность и подвижность белка. Свертывание и сборка белков.

Функции и биологическая роль белков. Взаимодействие белков и низкомолекулярных лигандов. Сложные белки. Методы выделения и очистки белков.

Тема 3. Белки – биологические катализаторы. Основы ферментативного катализа. Общие представления о катализе. Физический смысл константы скорости химической реакции (энергетическая диаграмма реакции, переходное состояние, энергия активации). Классификация каталитических механизмов (общий и специфический кислотно-основной катализ, ковалентный катализ, промежуточные соединения). Белки - биологические катализаторы. Стационарное приближение при рассмотрении ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Бриггса-Холдейна. Кофакторы.

Изоферменты. Международная классификация ферментов. Химические механизмы ферментативного катализа (сериновые протеазы, пиридоксальный катализ, карбоангидраза и др.). Специфическая локализация ферментов в клетке.

Тема 4. Строение и функции нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. АТФ и ГТФ как энергетические молекулы. Циклические нуклеотиды. Сигнальная функция циклических нуклеозидмонофосфатов. Нуклеиновые кислоты. Комплементарные пары нуклеотидов. Правила Чаргаффа. В-структура ДНК (двойная спираль Уотсона-Крика). Суперспирализация ДНК. Гистоны и строение хроматина. Денатурация и ренатурация ДНК. Методы установления первичных последовательностей нуклеотидов в нуклеиновых кислотах: секвенирование по Сэнгеру, Максаму-Гилберту, пиросеквенирование. Использование нуклеотидных последовательностей для изучения эволюции организмов.

Различные типы РНК. Каталитическая функция РНК. Рибозимы. Гипотеза РНК-мира.

Тема 5. Центральная догма молекулярной биологии. Процессы матричного синтеза живых организмов: репликация, транскрипция, трансляция. Универсальные и специальные пути передачи генетической информации. Центральная догма молекулярной биологии.

Репликация ДНК: биологическое значение, этапы, ферменты.

Транскрипция. Генетический код – открытие, свойства, вырожденность. Теория оперона. Этапы транскрипции, ферменты и белковые факторы. ДНК-зависимые РНК-полимеразы. Посттранскрипционные изменения РНК, сплайсинг.

Трансляция. Особенности трансляции у прокариот и эукариот. Механизмы, стадии синтеза белка, факторы трансляции. Посттрансляционные превращения белков.

Тема 6. Обмен аминокислот и других азотистых соединений. Внеклеточный (пищеварительный) протеолиз. Переаминирование. Декарбоксилирование аминокислот. Окислительное дезаминирование аминокислот. α -Кетокислоты - продукты распада аминокислот. Детоксикация аммиака. Аммонийотелия, уреотелия и урикоотелия. Синтез мочевины в качестве конечного продукта обмена азотистых соединений. Стехиометрические уравнения образования мочевины.

Тема 7. Природные углеводы и их производные. Моно-, олиго- и полисахариды, их строение и биологическое значение, номенклатура. Природные углеводы и их производные. Моносахариды, их химические свойства. Стереохимия и изомерия углеводов. Олигосахариды, биологическое и практическое значение дисахаридов. Полисахариды. Химическое строение и уровни организации полисахаридов, гликопротеинов, сульфополисахаридов. Их биологические функции. Гомо- и гетерополисахариды. Химическое строение крахмала, гликогена, целлюлозы, хитина, пептидогликана. Гликозаминогликаны. Гиалуриновая кислота. Гликоконъюгаты. Протеогликаны. Гликолипиды. Первичная, вторичная и более высокие уровни организации полисахаридов, гликопротеинов, сульфополисахаридов.

Метаболизм сахаров. Гликолиз – центральный путь катаболизма глюкозы. Две стадии гликолиза. Последовательность реакций гликолиза. Регулирование гликолиза. Энергетическое значение анаэробного и аэробного гликолиза. Фосфорилирование гликогена. Гидролиз крахмала. Обратимость гликолиза и глюконеогенез.

Распад ди-, трикарбоновых кислот. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Ацетил-СоА - универсальный интермедиат распада жиров, углеводов и белков. Пути образования щавелево-уксусной кислоты. Цикл ди-, трикарбоновых кислот (цикл Кребса). Стехиометрическое уравнение распада пирувата до СО₂. Энергетическая и пластическая функции цикла Кребса.

Тема 8. Основы биоэнергетики клетки. Катаболизм и анаболизм. Классификация типов метаболизма. Центральные пути обмена. Ключевые метаболиты – пируват, ацетил-КоА. Метаболическая специализация отдельных органов. Компартиментация некоторых основных биохимических путей. Общие пути катаболизма и биологическое окисление.

Изменение свободной энергии и равновесие обратимых реакций. Сопряженные реакции. Ферменты-лигазы в качестве устройств, обеспечивающих сопряжение. Соединения с высоким потенциалом переноса групп. Концепция фосфорильного потенциала. АТФ - универсальный источник энергии в биологических системах. Другие "богатые энергией" соединения (пирофосфат, креатинфосфат, фосфоенолпируват, ацилтиоэфир, ацилфосфаты). Регулирование фосфорильного потенциала. Креатинкиназная и аденилаткиназная реакции. Нуклеозид моно-, ди- и трифосфат киназные реакции. Энергетическая эффективность сопряженных реакций. Тепловые эффекты биохимических превращений и терморегуляция. Активный транспорт веществ через биологические мембраны. Транспортные АТФазы.

Тема 9. Липиды. Строение и номенклатура липидов, их биологические функции. Свойства липидов. Основные представления о строении биологических мембран и их функциях, роли для жизнедеятельности клетки.

Тема 10. Витамины и витаминоподобные вещества. Классификация, номенклатура, структура, свойства, распространение в природе. Биологическая роль. Витамины группы А. Витамины группы Д. Витамины группы Е. Витамины группы К. Витамин F. Витамин В1. Витамин В2. Витамин В3 (пантотеновая кислота). Витамин В5 (никотиновая кислота). Витамин В6. Витамин В12. Фолиевая кислота. Витамин С. Парааминобензойная кислота. Витамин РР. Биотин.

Темы и краткое содержание лабораторных занятий:

1. Техника безопасности, химическая посуда, основные приемы работы в лаборатории. Свойства белков и аминокислот. Хроматографический метод определения аминокислот.

2. Реакции осаждения белков. Обратимое осаждение белков (высаливание).

3. Сложные белки.

4. Ферменты.
5. Углеводы и витамин С.
6. Липиды и витамины.
7. Нуклеиновые кислоты. Электрофорез в агарозном геле.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения заданий по темам лабораторных работ, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачёт в третьем семестре проводится в письменной форме по билетам. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Какая химическая связь подвергается гидролизу при распаде белков?
2. Какие ферменты участвуют в репарации ДНК?
3. В каком виде высвобождается энергия в цикле Кребса?
4. Какой конечный продукт гликолитического распада глюкозы образуется в анаэробных условиях?
5. Назовите гомополисахариды.
6. Напишите производные глицерина.
7. Назвать форму выделения аминного азота, при которой конечным продуктом выделения является мочевины.
8. Напишите фрагмент α -амилозы крахмала ($\alpha 1 \rightarrow 4$ О-гликозидные связи), состоящего из трех-четырех мономеров.
9. Оптической активностью не обладает:
 - а) лейцин;
 - б) аланин;
 - в) глицин;
 - г) цистеин;
 - д) аргинин.
10. Серосодержащей аминокислотой является:
 - а) треонин;
 - б) метионин;
 - в) триптофан;
 - г) серин;
 - д) тирозин.
11. Биуретовую реакцию дают:
 - а) все аминокислоты;
 - б) аминокислоты;
 - в) карбоксильные группы аминокислот;
 - г) ароматические аминокислоты;
 - д) все вещества, содержащие не менее двух пептидных связей.
12. В процессе гидролиза белка:
 - а) уменьшается количество свободных COOH -групп;
 - б) увеличивается количество свободных аминокислот;
 - в) падает рН раствора;
 - г) образуются пептидные связи;
 - д) выделяется газообразный азот.
13. Глюкоза является:
 - а) кетогексозой;

- б) дисахаридом;
- в) глюконовой кислотой;
- г) альдогексозой;
- д) кетопентозой.

14. Фруктоза является:

- а) кетогексозой;
- б) альдогексозой;
- в) кетопентозой;
- г) альдопентозой;
- д) дисахаридом.

15. Основным структурным полисахаридом растений:

- а) инулин;
- б) амилопектин;
- в) гепарин;
- г) сахароза;
- д) целлюлоза.

16. При полном гидролизе крахмала образуется:

- а) амилоза;
- б) фруктоза;
- в) глюкоза;
- г) рибоза;
- д) мальтоза.

17. Первичная структура ДНК обеспечивается:

- а) водородными связями;
- б) гидрофобными связями;
- в) фосфодиэфирными связями;
- г) ионными связями;
- д) полярными связями.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценку «зачтено» по дисциплине студент получает при условии выполнения всех практических работ и при наличии правильных ответов не менее чем на 65 % вопросов.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=18211>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Ершов, Ю. А. Биохимия : учебник и практикум для вузов / Ю. А. Ершов, Н. И. Зайцева; под редакцией С. И. Щукина. – 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2022. - 323 с..

- Комов, В. П. Биохимия : учебник для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова; под общей редакцией В. П. Комова. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. - 684 с.

- Филонова М.В., Большакова М.А., Чуринов А.А. Практикум по биохимии: учебно-методическое пособие. – Томск, 2021. – 104 с.

б) дополнительная литература:

- Основы биохимии Ленинджера Т. 1: в 3 т. /Д. Нельсон, М. Кокс ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой под ред. А. А. Богданова, С. Н. Кочеткова - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний , 2011 - 694 с.

- Биссвангер Х. Практическая энзимология / Х. Биссвангер ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой ; с предисл. А. В. Левашова. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. - 328 с.

- Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / [Э. Эйткен, А. Р. Бейдоун, Дж. Файф и др.] ; ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк ; под ред. А. В. Левашова, В. И. Тишкова. - 2-е изд.. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 848 с.

- Основы динамической биохимии: [учебное пособие для студентов вузов по направлениям "Биология", "Экология и природопользование", "Химическая технология и биотехнология", специальностям "Биология", "Физиология", "Микробиология", "Биотехнология", "Биоэкология"] /В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев - Москва : Логос , 2010 - 213 с.

- Principles of Bioenergetics electronic resource /by Vladimir P. Skulachev, Alexander V. Bogachev, Felix O. Kasparinsky. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg : Imprint: Springer, 2013 - 436 p.

в) ресурсы сети Интернет:

- открытые онлайн-курсы;

- сайт биохимия для студента: <https://biokhimija.ru/>

- сайт, посвящённый молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии: <https://biomolecula.ru/>

- периодическое издание PLoS Biology <http://biology.plosjournals.org> Электронная версия журнала.

- прикладная биохимия и микробиология : журнал /Рос. АН, Ин-т биохимии им. А. Н. Баха. Электронный ресурс. <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7955>.

- библиографическая и реферативная база данных «Scopus» <https://www.scopus.com>.

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ - <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ - <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

- ЭБС Лань - <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС Консультант студента - <http://www.studentlibrary.ru/>

- Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru/>

- ЭБС ZNANIUM.com - <https://znanium.com/>

- ЭБС IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, оснащенной доской и мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, а также аудиосистемой для демонстрации обучающих видеороликов.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Учебная лаборатория, оснащенная термостатом, вытяжными шкафами, дистиллятором, холодильником, электронными весами, спектрофотометром, фотоэлектроколориметром, центрифугой, системой для горизонтального гель-электрофореза, автоматическими пипетками, электрической плиткой, водяной баней, химической посудой, набором реактивов, посудой и расходными материалами (бумага и др.) (Филонова М.В., Большакова М.А., Чурин А.А. Практикум по биохимии: учебно-методическое пособие. – Томск, 2021. – 104 с.).

15. Информация о разработчиках

Ефимова Марина Васильевна, кандидат биологических наук, доцент, кафедра физиологии растений, биотехнологии и биоинформатики Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.