

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

Д. С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

**Биохимия растений**

по направлению подготовки / специальности

**35.03.04 Агрономия**

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:

**Агробиология**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Агроном/ Агроном по защите растений**

Год приема

**2025**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

А.С. Бабенко

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2025

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

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:

ООПК-1.1 Знает основные законы, понятия и определения математических и естественных наук, необходимые для решения типовых задач в области агрономии (демонстрирует знание терминологии математических и естественных наук формирующих профессиональную картину мира); взаимосвязи в природе (демонстрирует знание взаимоотношения организмов между собой и окружающей средой, формирование стабильной и безопасной среды обитания); методы решения задач развития агрономии на основе поиска и анализа современных достижений науки и производства. информационно-коммуникационные технологии в АПК

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Освоить современные представления о главных биохимических процессах в растениях

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

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

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

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

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

Третий семестр, зачет

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

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

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

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

- лекции: 20 ч.

- лабораторные: 28 ч.

-семинар: 4 ч.

в том числе практическая подготовка: 28 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, 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 ( $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -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, Максому-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.  $\alpha$ -Кетокислоты - продукты распада аминокислот. Детоксикация аммиака. 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. Гиалуроновая 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  $\text{CO}_2$ . 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, ацилтиоэфиры, 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 тестов по лекционному материалу, подготовке отчётов по практической части и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

#### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет в третьем семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность зачета 1 час. Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «не зачтено». Зачёт по дисциплине студент получает при наличии правильных ответов не менее чем на 65 % вопросов.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

#### **11. Учебно-методическое обеспечение**

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=18211>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План семинарских занятий по дисциплине.
- г) Методические указания по проведению лабораторных работ.

#### **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

- а) основная литература:
  - Новиков Н.Н. Биохимия растений: учебник для студентов вузов – 3-е изд., испр. и доп. / Москва: Издательство Ленанд, 2024.- 680 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.

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

б) дополнительная литература:

- Наглядная биохимия / Я.Кольман, К.-Г. Рем; пер. с англ. Т.П. Мосоловой - Москва: Лаборатория знаний, 2025.- 510 с.
- 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. Файфф 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.
- 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 OneNote, 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.

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, 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.