

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шитикова Александра Васильевна
Должность: И.о. директора института агроинженерии

Дата подтверждения: 05.08.2026 16:16:56

Уникальный программный ключ:
fcd01ecb1fdf76898cc51f245ad12c3f716ce658



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА имени К.А. ТИМИРИЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агроинженерии
Кафедра агрономической, биологической химии и радиологии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института агроинженерии
А.В. Шитикова



—
2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.33 «Биохимия растений»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

Направленности: «Агрохимическое обеспечение агротехнологий»

«Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов»

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчик: Новиков Николай Николаевич, доктор биологических наук,
профессор *Н.Н.Новиков* «26» августа 2025 г.

Рецензент: Ларикова Юлия Сергеевна, и.о. зав. кафедрой физиологии растений,
кандидат биологических наук *Ларикова*

«26» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО №702 от
26.07.2017, ОПОП и учебного плана по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

Программа обсуждена на заседании кафедры агрономической, биологической
химии и радиологии протокол № 8 от «26» августа 2025 г.

Зав. кафедрой: Налиухин Алексей Николаевич, доктор сельскохозяйственных
наук *А. Налиухин*

«26» августа 2025 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института агробиотехнологии:
Шитикова Александра Васильевна, доктор сельскохозяйственных наук, про-
фессор *А.В.Шитикова*

«26» августа 2025 г.

Зав. кафедрой агрономической, биологической химии и радиологии: Налиухин
Алексей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук *А. Налиухин*

«26» августа 2025 г.

И.о. зав. кафедрой почвоведения, геологии и ландшафтования: Ефимов Олег
Евгеньевич, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук *О.Е.Ефимов*

«26» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ *М.С.Суровцева*

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	9
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	16
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	20
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	21
6.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	24
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
7.1 Основная литература	26
7.2 Дополнительная литература.....	26
7.3 Нормативные правовые акты	27
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	27
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	27
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	28
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .	29
Виды и формы отработки пропущенных занятий	30
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	30

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.33 «Биохимия растений » для подготовки бакалавра по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, направленности «Агрохимическое обеспечение агротехнологий», направленности «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов»

Цель освоения дисциплины: освоение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области химического состава растений и превращения веществ и энергии в растительных организмах, обеспечения качества и безопасности растительной продукции, использования в учебном процессе цифровых технологий и инструментов для формирования у них профессиональных компетенций, необходимых при обосновании технологий выращивания сельскохозяйственных культур, оценке качества растительной продукции и применения химических средств в растениеводстве.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются компетенции: ОПК-1.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3.

Краткое содержание дисциплины: Учебная дисциплина «Биохимия растений» включает 6 разделов: «Строение, свойства и биологические функции основных органических веществ растений», «Биохимическая энергетика и ферменты», «Обмен углеводов, липидов и азотистых веществ», «Вещества вторичного происхождения», «Биохимические основы формирования качества растительной продукции» и «Применение цифровых технологий для сбора, передачи, хранения информации и анализа данных в области биохимии растений». В первом и четвёртом разделах рассматриваются строение, свойства и биологические функции органических веществ растений и их содержание в растительной продукции; во втором и третьем разделах изложены теоретические основы химических и биоэнергетических процессов, происходящих в растениях в процессе их жизнедеятельности и при формировании растительной продукции. Материал пятого раздела имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность. В нём представлены основы формирования качества урожая сельскохозяйственных культур с учётом теоретических сведений, содержащихся в первом, втором, третьем и четвёртом разделах данной учебной дисциплины. В шестом разделе представлены сведения о применении цифровых технологий для сбора, передачи, хранения информации и анализа данных в области биохимии растений. В целом после изучения дисциплины выпускники будут подготовлены применять знания, умения и навыки по биохимии растений для обоснования современных технологий выращивания сельскохозяйственных культур и приёмов регулирования питания растений, оценки пищевой, кормовой ценности и безопасности растительной продукции и её пригодности для соответствующей переработки.

Общая трудоемкость дисциплины: 108 часа (3 зачетных ед.).

Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Биохимия растений» – освоение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области химического состава растений и превращения веществ и энергии в растительных организмах, обеспечения качества и безопасности растительной продукции, использования в учебном процессе цифровых технологий и инструментов для формирования у них профессиональных компетенций, необходимых при обосновании технологий выращивания сельскохозяйственных культур, оценке качества растительной продукции и применения химических средств в растениеводстве.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Биохимия растений» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана и реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП и учебного плана по направлению подготовки 35.03.03 Агрономия и агропочвоведение.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Биохимия растений», являются «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Биология с основами экологии», «Физиология растений», «Микробиология с основами иммунологии», «Агрономия», «Общая генетика», «Химия физическая и коллоидная», «Экология».

Дисциплина «Биохимия растений» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Система удобрения», «Защита растений», «Биохимические основы качества продукции растениеводства», «Частная агрономия», «Основы генной инженерии».

Особенностью дисциплины является формирование у студентов современных представлений о химическом составе растений и превращениях веществ и энергии в растительном организме, а также биохимических основах качества и безопасности растительной продукции, подготовка их к применению сведений о биохимических процессах и химическом составе растительной продукции в профессиональной деятельности. Кроме того, данная дисциплина является базовой для всех учебных дисциплин, использующих сведения о химическом составе и биохимических процессах растительных организмов. Сформированные у студентов цифровые компетенции позволяют им осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации в области биохимии растений и применять системный подход для решения задач прогнозирования биохимических процессов, направленных на улучшение качества растительной продукции.

Рабочая программа дисциплины «Биохимия растений» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы ком- петенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
1.	ОПК-1	способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1.1. демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач в области агрохимии, агропочвоведения и агроэкологии	современные сведения о ферментах и методах биохимии, особенностях функционирования ферментных систем в клетках организмов; принципы осуществления биоэнергетических превращений в организмах и участие в этих процессах макроэргических соединений; молекулярные механизмы генетических процессов – репликации ДНК, транскрипции и трансляции у высших организмов; цифровые технологии сбора данных в области биохимии растений (IoT, Big Data), передачи и хранения информации (5G, квантовые технологии, облака, блокчейн), анализа данных (искусственный интеллект и	прогнозировать ход биохимических процессов в растительном организме в соответствии с принципами биохимической энергетики и в зависимости от режима питания растений и условий окружающей среды; работать с цифровыми библиотечными средствами и вертуальными платформами; использовать цифровые базы данных, электронные учебные издания, цифровые экосистемы Яндекс и Google, поисковые системы Yahoo! и Рамблер, онлайн энциклопедии: выбирать оптимальный формат,	терминами и понятиями биохимии при оценке химического состава, качества и безопасности растительной продукции; навыками работы с источниками открытых данных и базами знаний, цифровыми библиотечными средствами и вертуальными платформами, в сервисах по освоению компетенций цифровой экономики; владеть информацией о применении методов дистанционного зондирования Земли из космоса, ГИС-технологий,

				нейротехнологии), технологии оптимизации данных и возможности их использования для прогнозирования биохимических процессов и качества урожая сельскохозяйственных культур	способ и место хранения информации и данных с помощью цифровых инструментов; применять средства цифровых технологий для решения задач в области биохимии растений	роботов и БПЛА для контроля развития и диагностики питания растений с целью прогнозирования химического состава и качества растительной продукции
2.	ОПК-5	способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК-5.2. под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области агрохимии, агропочвоведения и агроэкологии	состав, строение, свойства и биологические функции углеводов, липидов, аминокислот, нуклеотидов, белков, нуклеиновых кислот, витаминов, органических кислот, алкалоидов и гликозидов, фенольных и терпеноидных соединений, эфирных масел, а также их содержание в растительной продукции; особенностя биохимических процессов и химического состава у различных групп сельскохозяйственных растений; химический состав зерна злаковых и зернобобовых культур, семян масличных растений,	применять знания по биохимии растений при обосновании технологий выращивания сельскохозяйственных культур и применения удобрений; обосновывать изменения химического состава растительной продукции в зависимости от генотипа, режима питания растений и условий окружающей среды	терминами и понятиями биохимии при оценке качества растительной продукции, её пригодности для хозяйственного использования и соответствующей переработки, а также при обосновании технологий выращивания сельскохозяйственных культур и применения удобрений

				клубней картофеля, корнеплодов, овощей, плодов и ягод, вегетативной массы кормовых трав; биохимические основы формирования качества урожая сельскохозяйственных культур		
3.	ОПК-5	способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК-5.3. использует классические и современные методы исследования в агрохимии, агропочвоведении и агроэкологии	биохимические процессы синтеза, превращений и распада органических веществ в растительном организме; биохимические механизмы ассимиляции аммонийной, амидной и молекулярной форм азота растениями и причины накопления нитратов в растительной продукции; молекулярные механизмы репликации ДНК, транскрипции и трансляции у высших организмов; параметры изменения химического состава растительной продукции в зависимости от генотипа, режима питания культур и условий окружающей среды.	использовать биохимические показатели при оценке качества и безопасности растительной продукции; разрабатывать приемы снижения содержания в растительной продукции нитратов и токсических веществ.	навыками аналитической работы по определению биохимических показателей при оценке химического состава, качества и безопасности растительной продукции

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часа), их распределение по видам работ по семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	всего час.	5 семестр час.
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	52,4	52,4
Аудиторная работа	52,4	52,4
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	16	16
лабораторные работы (ЛР)	34	34
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
2. Внеаудиторная работа	55,6	55,6
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям)</i>	18,6	18,6
Подготовка к контрольным работам	10	10
Подготовка к экзамену	27	27
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов дисциплины	Всего	Аудиторная работа			Внеауди- торная работа
		Л	ЛР	ПКР	
Введение	2	0,5	0,5	-	1
Раздел 1. Строение, свойства и биологические функции основных органических веществ растений	22,0	3,5	8,5	-	10
Раздел 2. Биохимическая энергетика и ферменты	13,6	2	4	-	7,6
Раздел 3. Обмен углеводов, липидов и азота	29	4	9	-	16

Наименование разделов дисциплины	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
		Л	ЛР	ПКР	
тистых веществ					
Раздел 4. Вещества вторичного происхождения	12	2	3	-	7
Раздел 5. Биохимические основы формирования качества растительной продукции	16	2	7	-	7
Раздел 6. Применение цифровых технологий для сбора, передачи, хранения информации и анализа данных в области биохимии растений.	11	2	2	-	7
Консультации перед экзаменом	2	-	-	2	-
Контактная работа на промежуточном контроле	0,4	-	-	0,4	-
Всего за 5 семестр	108	16	34	2,4	55,6
Итого по дисциплине	108	16	34	2,4	55,6

Введение

Предмет и методы биохимии. Использование человеком биохимических процессов для получения пищи, кормов для животных и продуктов промышленной переработки. Открытие действия ферментов, положившее начало развитию биохимической науки. Основные открытия и достижения биохимиков в 19-веке, создавшие необходимые предпосылки для выделения биохимии из общего комплекса естественных наук. Важнейшие результаты биохимических исследований в первой половине 20-го века, позволившие сформулировать молекулярные концепции жизнедеятельности различных организмов. Открытия биохимиков, связанные с изучением молекулярных механизмов генетических процессов, фотосинтеза, дыхания, биоэнергетических процессов. Основные направления развития современной биохимии.

Применение достижений биохимии в промышленности, медицине, сельском и лесном хозяйстве. Связь биохимии с другими биологическими и сельскохозяйственными науками. Значение биохимии для изучения химического состава сельскохозяйственных растений и получения высококачественной, экологически чистой растительной продукции.

Раздел 1. Строение, свойства и биологические функции основных органических веществ растений

Тема 1.1. Углеводы

Общая характеристика и классификация углеводов. Роль углеводов в жизнедеятельности организмов и формировании качества растительной продукции. Классификация моносахаридов по числу углеродных атомов и составу функциональных групп, их свойства и функции в организме. Оптическая изомерия моносахаридов. Образование циклических форм моносахаридов и особенности написания их циклических формул. Основные производные моносахаридов и их значение для растений, человека и животных. Альдоновые, альда-

ровые и уроновые кислоты. Спирты и гликозиды. Фосфорнокислые эфиры, дезокси- и аминопроизводные моносахаридов.

Биохимическая характеристика олигосахаридов и полисахаридов. Строение, свойства и биологические функции сахарозы, мальтозы, целлобиозы, β -левулина, крахмала, полифруктозидов, целлюлозы, гемицеллюлоз, пектиновых веществ, камедей и слизей. Состав крахмала, гемицеллюлоз, пектиновых веществ у различных растений. Содержание сахаров и полисахаридов в растительной продукции (зерне злаковых и зернобобовых культур, семенах масличных растений, клубнях картофеля и корнеплодах, овощах, плодах и ягодах, вегетативной массе кормовых трав.

Тема 1.2. Липиды

Основные разновидности липидов и их значение для растений, животных и человека. Строение и функции простых липидов – жира и воска. Их особенности по составу жирных кислот и спиртов. Понятие о незаменимых жирных кислотах. Числа жиров и их использование для оценки качества растительных масел. Процессы прогоркания и высыхания растительных жиров. Классификация растительных масел в зависимости от состава жирных кислот и по способности к высыханию.

Состав, строение и функции основных групп фосфолипидов (фосфатидилэтаноламинов, фосфатидилхолинов, фосфатидилсеринов, фосфатидилглицеринов, фосфатидилинозитов) и гликолипидов. Важнейшие представители стероидных липидов и их роль в организмах. Содержание липидов в растительной продукции.

Тема 1.3. Аминокислоты, нуклеотиды и белки

Строение, свойства и классификация аминокислот. Роль аминокислот в обмене азотистых веществ растительного организма. Протеиногенные аминокислоты. Понятие о незаменимых аминокислотах. Биохимические основы промышленного производства незаменимых аминокислот.

Строение, свойства и функции нуклеотидов. Состав важнейших пуриновых и пиrimидиновых рибонуклеотидов и дезоксирибонуклеотидов. Азотистые основания и нуклеозиды. Образование из нуклеотидов фосфорнокислых производных и коферментных группировок. Участие нуклеотидов в образовании нуклеиновых кислот.

Полипептидная теория строения белков. Участие пептидов и белков в обмене веществ организмов. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков и её биологическое значение. Физико-химические свойства белков. Нативная конформация и денатурация белков. Функции белков в растительном организме. Современная классификация белков. Аминокислотный состав белков и способы оценки их биологической ценности. Пути улучшения биологической ценности растительных белков. Содержание и состав белков в зерне злаковых и зернобобовых культур, семенах масличных растений, клубнях картофеля и корнеплодах, вегетативной массе кормовых трав, овощной и пло-

дово-ягодной продукции. Значение клейковинных белков в формировании технологических свойств зерна.

Тема 1.4. Витамины

Роль витаминов в обмене веществ организмов и их значение в питании человека и кормлении сельскохозяйственных животных. Классификация витаминов. Биологическая роль витаминов – ретинола, кальциферола, токоферола, филлохинона, тиамина, рибофлавина, пиридоксина, кобаламина, никотиновой, пантотеновой, фолиевой, аскорбиновой кислот, биотина, цитрина, S-метилметионина. Понятие об антивитаминах. Механизм действия антивитаминов. Содержание витаминов в растительных продуктах. Возможные потери витаминов при уборке, хранении и переработке растительной продукции.

Раздел 2. Биохимическая энергетика и ферменты

Тема 2.1. Биохимическая энергетика

Особенности функционирования биоэнергетических систем. Принципы расчёта изменения энталпии, энтропии и свободной энергии в ходе биохимических превращений. Экзергонические и эндергонические реакции и условия их осуществления. Сопряжённые реакции синтеза веществ. Макроэргические соединения и их роль в процессах обмена веществ организмов. Основные типы макроэргических соединений. Роль АТФ как универсального переносчика энергии в организмах. Пути образования АТФ. Общие пути превращения энергии в растительном организме.

Тема 2.2. Биохимия ферментов

Строение и общие свойства ферментов. Механизм ферментативного катализа. Природа специфичности действия ферментов. Основные типы коферментов. Единицы активности ферментов. Кинетика ферментативных реакций и понятие о константе Михаэлиса. Изоферменты и их биологическая роль. Влияние температуры, реакции среды и концентрации субстрата на активность ферментов. Активаторы и ингибиторы ферментов. Локализация ферментативных реакций, образование мультиферментных комплексов. Основы современной классификации ферментов. Основные группы оксидоредуктаз, трансфераз, гидrolаз, лиаз, изомераз, лигаз и их участие в биохимических превращениях. Принципы регуляции ферментативных реакций. Аллостерические ферменты и их роль в обмене веществ организмов. Регуляция действия индуцильных ферментов. Механизм гормональной регуляции. Образование зимогенов. Использование ферментных препаратов в сельском хозяйстве.

Раздел 3. Обмен углеводов, липидов и азотистых веществ

Тема 3.1. Обмен углеводов

Световые реакции и количественный выход биоэнергетических продуктов фотосинтеза. Пигментные комплексы и фотосистемы, локализованные в хлоропластах фототрофных организмов. Механизмы фотохимических реакций и процесса фотофосфорилирования. Особенности ассимиляции диоксида угле-

рода у C₃- и C₄- растений. Реакции цикла Кальвина и первичный синтез углеводов в растении. Биохимические превращения, лежащие в основе фотодыхания. Биохимический механизм дыхательных реакций, основные продукты гликолиза и цикла Кребса. Реакции окислительного фосфорилирования и их значение в энергетике организмов. Пентозофосфатный цикл и его биологическая роль. Понятие о хемосинтезе.

Синтез и превращения моносахаридов (глюкозы, фруктозы, маннозы, галактозы, рибозы, ксилозы, арабинозы, эритрозы, глицеринового альдегида, диксиациетона). Механизмы образования олигосахаридов и полисахаридов. Синтез и распад сахарозы, крахмала, полифруктозидов, целлюлозы, гемицеллюлоз, пектиновых веществ. Роль нуклеозиддифосфатпроизводных моносахаридов в биосинтезе олиго- и полисахаридов. Взаимопревращения крахмала и сахарозы в растениях. Ферменты, катализирующие синтез и распад олиго- и полисахаридов, их значение в формировании качества растительной продукции.

Тема 3.2. Обмен липидов

Механизмы образования глицерина, насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Синтез и распад жиров, фосфолипидов, гликолипидов, стероидных липидов. Окисление глицерина и его использование для синтеза углеводов. Механизмы α-окисления и β-окисления жирных кислот. Глиоксилатный цикл и его биологическая роль. Образование углеводов из продуктов глиоксилатного цикла. Характеристика ферментов, катализирующих синтез и превращения липидов. Особенности биодеградации жирных кислот с разветвлённой углеродной цепью и их экологические последствия. Энергетика обмена липидов.

Тема 3.3. Обмен азотистых веществ

Пути образования аминокислот в растительных клетках. Механизмы реакций восстановительного аминирования и переаминирования. Характеристика катализирующих эти реакции ферментов. Распад и превращения аминокислот в ходе реакций дезаминирования и декарбоксилирования. Превращения кетокислот и окисление аминов. Ассимиляция растениями нитратного азота и причины накопления нитратов в растительной продукции. Особенности действия нитратредуктазы и нитритредуктазы. Возможные пути снижения концентрации нитратов в растительных продуктах. Биохимические механизмы связывания избыточного аммонийного азота. Механизмы образования амидов и реакции орнитинового цикла. Биохимические реакции включения в синтез аминокислот молекулярного азота в процессе азотфиксации.

Строение и биологическая роль ДНК. Нуклеотидный состав ДНК и правила Чаргаффа. Пространственная структура молекул ДНК и способ их упаковки в хромосомах. Понятие о генетическом коде и кодонах. Свойства генетического кода. Биохимический механизм репликации ДНК и возникновения генетических мутаций. Ферменты, катализирующие синтез ДНК.

Основные типы РНК и их биологические функции. Нуклеотидный состав и строение молекул рибосомной, матричной и транспортной РНК. Основные этапы синтеза РНК. Процессинг и сплайсинг РНК-транскриптов. Активация

аминокислот и механизм их связывания с транспортными РНК. Взаимодействие матричной РНК с рибосомами и инициация синтеза полипептидов. Механизм образования полипептидов. Роль терминирующих кодонов. Скорость синтеза белков и функционирование полирибосом. Регуляция синтеза белков. Принципы передачи генетической информации в ходе синтеза РНК и белков.

Биохимические реакции синтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов и их фосфатных производных. Превращение рибонуклеотидов в дезоксирибонуклеотиды. Ферменты, катализирующие распад нуклеиновых кислот, нуклеотидов и белков. Продукты распада пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов и их влияние на организм человека и животных. Основные группы протеолитических ферментов и их значение в формировании качества растительной продукции. Связь обмена азотистых веществ с обменом углеводов и липидов.

Раздел 4. Вещества вторичного происхождения

Тема 4.1. Фенольные и терпеноидные соединения

Общая характеристика вторичных метаболитов растений. Фенольные соединения и их функции в растительном организме. Важнейшие представители оксибензойных и оксикоричных кислот и их значение в формировании качества растительной продукции. Основные группы флавоноидных соединений – катехины, лейкоантоцианы, антоцианы, флаваноны, флавоны и флавонолы. Значение катехинов в формировании вкуса и цвета чая. Флавоноидные гликозиды, обладающие Р-витаминной активностью. Состав и строение галловых, эллаговых и конденсированных форм дубильных веществ. Состав и строение лигнина различных групп растений. Содержание лигнина и дубильных веществ в растительных продуктах. Состав растительных меланинов и возможный механизм их образования.

Классификация терпеноидных соединений. Состав и свойства эфирных масел, их использование в производстве пищевых и парфюмерных продуктов. Содержание эфирных масел в плодах и овощах. Важнейшие представители алифатических и циклических монотерпенов – мирцен, линалоол, гераниол, цитронеллол, α - и β -цитралы, ментол и карвон, лимонен, α -терpineол, пинен, камfen, борнеол, камфора. Строение, свойства и биологические функции сесквитерпенов, дитерпенов, тритерпенов, тетратерпенов и политетрпенов.

Тема 4.2. Алкалоиды и гликозиды

Строение, свойства и классификация алкалоидов. Значение алкалоидов в формировании качества растительной продукции. Биохимическая характеристика алкалоидов – производных пиридина и пирролидина, хинолина и изохинолина, индола, пурина, тропана, ароматических соединений.

Строение, свойства и классификация гликозидов. Значение гликозидов в формировании качества растительной продукции, производстве пищевых продуктов и лекарственных средств. Биохимическая характеристика важнейших О-гликозидов – амигдалина, пруназина, вицианина, линамарина, ванилина, глюконастурцина, арбутина, сердечных и флавоноидных гликозидов, сапонинов. Особенности строения S-гликозидов и N-гликозидов. Состав и строение глико-

алкалоидов картофеля. Влияние природно-климатических факторов, орошения, режима питания растений на накопление алкалоидов и гликозидов в растительной продукции.

Раздел 5. Биохимические основы формирования качества растительной продукции

Тема 5.1. Формирование качества зерна злаковых, зернобобовых культур и семян масличных растений

Химический состав зерна злаковых культур. Распределение химических веществ в различных частях зерновки. Состав и биологическая ценность белков зерна. Химический состав и качество клейковины пшеницы. Влияние клейковинных белков на свойства клейковины. Характеристика по количеству и качеству клейковины сильной, средней и слабой пшеницы. Состав минеральных веществ зерна. Изменение содержания углеводов, липидов, витаминов, азотистых веществ и качества клейковины при созревании зерна. Влияние природно-климатических факторов, орошения и режима питания растений на формирование качества зерна. Биохимические изменения в морозобойном и суховейном зерне, при стекании зерна и его повреждении клопом-черепашкой, при прорастании зерна.

Химический состав зерна зернобобовых культур. Особенности состава белков, углеводов, витаминов, минеральных веществ в семенах бобовых растений. Биохимические процессы при созревании зерна. Влияние природно-климатических факторов, орошения и режима питания растений на накопление белков и углеводов в зерне зернобобовых культур.

Химический состав семян масличных растений. Биохимические процессы при созревании семян масличных культур и характеристика растительных масел. Влияние природно-климатических факторов, орошения и режима питания растений на накопление и качественный состав масла в семенах масличных растений.

Тема 5.2. Формирование качества клубней картофеля, корнеплодов, плодовоощной продукции и вегетативной массы кормовых трав

Химический состав клубней картофеля. Особенности распределения химических веществ в различных частях клубней. Изменение химического состава клубней картофеля при созревании. Формирование кулинарных и технологических свойств клубней картофеля. Факторы, снижающие накопление в клубнях картофеля редуцирующих сахаров и свободных аминокислот. Влияние природно-климатических факторов и режима питания растений на качество клубней картофеля.

Химический состав корнеплодов. Особенности распределения сахаров, азотистых веществ и витаминов в различных частях корнеплодов. Биохимические процессы при созревании и хранении корнеплодов. Влияние природно-климатических факторов, орошения и режима питания растений на накопление сахаров, витаминов и азотистых веществ в корнеплодах. Оптимизация условий сахаронакопления в корнеплодах сахарной свёклы.

Химический состав овощей. Особенности строения овощей и распределения в них основных химических веществ. Биохимические процессы в созревающих овощах. Формирование вкуса, аромата и питательных свойств овощей при созревании и под влиянием природно-климатических факторов, орошения, применяемых удобрений. Факторы, снижающие накопление в овощах нитратов.

Химический состав плодов и ягод. Особенности строения плодов и ягод и распределения в них химических веществ. Биохимические процессы в созревающих плодах и ягодах. Особенности обмена органических кислот в созревающих плодах. Формирование вкуса, аромата и питательных свойств плодов и ягод под влиянием природно-климатических факторов, орошения, применяемых удобрений.

Химический состав кормовых трав. Изменение содержания белков, углеводов, липидов, органических кислот, витаминов и минеральных веществ в вегетативной массе бобовых и злаковых трав в процессе их роста и развития. Влияние природно-климатических факторов, орошения и режима питания растений на формирование химического состава кормовых трав.

Раздел 6. Применение цифровых технологий для сбора, передачи, хранения информации и анализа данных в области биохимии растений

Использование цифровых технологий для сбора, передачи и хранения информации в области биохимии растений: IoT, Big Data, 5G, квантовые технологии, облака, блокчейн, цифровые экосистемы Яндекс и Google, поисковые системы Yahoo! и Рамблер, онлайн энциклопедии.

Применение цифровых технологий анализа данных и возможности их использования для прогнозирования биохимических процессов и качества урожая сельскохозяйственных культур: искусственный интеллект, нейротехнологии, методы дистационного зондирования Земли из космоса, ГИС-технологии, роботы и БПЛА для контроля развития и диагностики питания растений с целью прогнозирования химического состава и качества растительной продукции.

4.3 Лекции/лабораторные занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
1.	Введение Раздел 1. Строение, свойства и биологические функции основных органических веществ растений			ОПК-5.2	Тестирование, ЛР №5
	Тема 1.1. Углеводы	Лекция № 1. Введение. Строение, свойства и биологические функции углеводов	ОПК-5.2	-	1
		Лабораторная работа № 1. Определение сахаров фенольным методом		Защита Контрольная работа	2
	Тема 1.2.	Лекция № 1. Строение, свой-	ОПК-5.2	-	1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
2.	Липиды	ства и биологические функции липидов			
		Лабораторная работа № 2. Определение кислотного и иодного числа растительных жиров		Защита Контрольная работа	2
	Тема 1.3. Аминокислоты, нуклеотиды и белки	Лекция № 2. Строение, свойства и биологические функции аминокислот, нуклеотидов и белков	ОПК-5.2	-	1
		Лабораторные работы № 3, 4. Определение белков биуретовым и спектрофотометрическим методом		Защита Контрольная работа	3
	Тема 1.4. Витамины	Лекция № 2. Биохимическая характеристика витаминов	ОПК-5.2	-	1
		Лабораторная работа № 5. Определение аскорбиновой кислоты в растительной продукции		Защита Контрольная Работа	2
	Раздел 2. Биохимическая энергетика и ферменты		ОПК-1.1 ОПК-5.3	Тестирование, ЛР №7	6
	Тема 2.1. Биохимическая энергетика	Лекция № 3. Биохимическая энергетика	ОПК-1.1 ПК-5.3	-	1
		Лабораторная работа № 6. Оценка энергетических изменений в ходе биохимических реакций		Защита Контрольная Работа	2
	Тема 2.2. Биохимия ферментов	Лекция № 3. Биохимия ферментов	ОПК-1.1 ОПК-5.3	-	1
		Лабораторная работа № 7. Определение активности катализы		Защита Контрольная Работа	2
3.	Раздел 3. Обмен углеводов, липидов и азотистых веществ		ОПК-1.1 ОПК-5.3	Тестирование, ЛР №12	13
	Тема 3.1. Обмен углеводов	Лекция № 4. Обмен углеводов	ОПК-1.1 ОПК-5.3	-	1,5
		Лабораторная работа № 8. Определение активности амилаз		Защита Контрольная работа	2
	Тема 3.2. Обмен липидов	Лекция № 4–5. Обмен липидов	ОПК-1.1 ОПК-5.3	-	1
		Лабораторная работа № 9. Определение активности липаз		Защита Контрольная работа	2
	Тема 3.3. Обмен азота	Лекция № 5. Обмен азотистых веществ	ОПК-1.1 ОПК-5.3	-	1,5

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
	тистых ве- ществ	Лабораторные работы № 10, 11, 12. Определение актив- ности протеаз и нитратре- дуктазы. Определение кон- центрации аминокислот в тканях растений		Защита Контрольная работа	5
4.	Раздел 4. Вещества вторичного проис- хождения	ОПК-5.2 ОПК-5.3	Тестирова- ние, ЛР №14	5	
	Тема 4.1. Фенольные и терпеноид- ные соедне- ния	Лекция № 6. Фенольные и терпеноидные соединения	ОПК-5.2	-	1
		Лабораторная работа № 13. Определение активности пе- роксидаз	ОПК-5.3	Защита Контрольная Работа	1,5
	Тема 4.2. Алкалоиды и гликозиды	Лекция № 6. Алкалоиды и гликозиды	ОПК-5.2	-	1
		Лабораторная работа № 14. Определение содержания пиперина в черном перце	ОПК-5.3	Защита Контрольная работа	1,5
5.	Раздел 5. Биохимические основы форми- рования качества растительной продук- ции	ОПК-5.2 ОПК-5.3	Тестирова- ние, ЛР №19	9	
	Тема 5.1. Формирова- ние качества зерна злако- вых, зерно- бобовых культур и семян мас- личных рас- тений	Лекция № 7. Формирование качества зерна злаковых, зер- нобобовых культур и семян масличных растений	ОПК-5.2	-	1
		Лабораторные работы № 15, 16. Определение белкового и небелкового азота в расти- тельной продукции	ОПК-5.3	Защита Контрольная работа	3
	Тема 5.2. Формирова- ние качества клубней кар- тофеля, кор- неплодов, плодовоощ- ной продук- ции и веге- тативной массы кор- мовых трав	Лекция № 7. Формирование качества клубней картофеля, корнеплодов, плодовоощной продукции и вегетативной массы кормовых трав	ОПК-5.2	-	1
		Лабораторные работы № 17, 18, 19. Определение крахма- ла в клубнях картофеля и са- харов в корнеплодах свеклы. Определение каротина в овощной продукции	ОПК-5.3	Защита Контрольная работа	4
	Раздел 6. Применение цифровых техноло- гий для сбора, передачи, хранения ин- формации и анализа данных в области биохимии растений	ОПК-1.1	Контрольная работа, ЛР №20	4	

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
6.	Применение цифровых технологий для сбора, передачи, хранения информации и анализа данных в области биохимии растений	Лекция № 8. Применение цифровых технологий для сбора, передачи, хранения информации и анализа данных в области биохимии растений	ОПК-1.1	-	2
		Лабораторная работа № 20. Применение цифровых технологий анализа данных и возможности их использования для прогнозирования биохимических процессов и качества урожая сельскохозяйственных культур		Защита	2

Таблица 5
Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
Введение. Предмет, методы и история развития биохимии.			ОПК-5.2
Раздел 1. Строение, свойства и биологические функции основных органических веществ растений			ОПК-5.2
1.	Тема 1.1	Моносахариды, олигосахариды и полисахариды	ОПК-5.2 ОПК-5.2 ОПК-5.2 ОПК-5.2
2.	Тема 1.2	Жиры, фосфолипиды, гликолипиды, стероидные липиды, воски	
3.	Тема 1.3	Аминокислоты, нуклеотиды и белки	
4.	Тема 1.4	Жирорастворимые и водорастворимые витамины, антивитамины	
Раздел 2. Биохимическая энергетика и ферменты			ОПК-1.1 ПК-5.3
5.	Тема 2.1	Биохимическая энергетика	ОПК-1.1 ПК-5.3
6.	Тема 2.2	Биохимия ферментов	
Раздел 3. Обмен углеводов, липидов и азотистых веществ			ОПК-1.1 ОПК-5.3
7.	Тема 3.1	Биохимия фотосинтеза и дыхания. Взаимопревращения моносахаридов, синтез и распад олиго- и полисахаридов	ОПК-1.1 ОПК-5.3
8.	Тема 3.2	Синтез и распад жиров и других липидов. Превращение липидов в углеводы	
9.	Тема 3.3	Обмен аминокислот. Нуклеиновые кислоты. Синтез и распад нуклеотидов, нуклеиновых кислот и белков	
Раздел 4. Вещества вторичного происхождения			ОПК-5.2 ОПК-5.3
10.	Тема 4.1	Простые и полимерные фенольные соединения. Строение и функции терпенов. Состав эфирных масел и их содержание в растительной продукции	ОПК-5.2 ОПК-5.3
11.	Тема 4.2	Биохимическая характеристика различных групп алкалоидов	

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формиру- емые ком- петенции
		дов и гликозидов	
Раздел 5. Биохимические основы формирования качества растительной продукции		ОПК-5.2 ОПК-5.3	
12.	Тема 5.1	Формирование качества зерна злаковых, зернобобовых культур и семян масличных растений	ОПК-5.2 ОПК-5.3
13.	Тема 5.2	Формирование качества клубней картофеля, корнеплодов, плодовоощной продукции и вегетативной массы кормовых трав	
Раздел 6. Применение цифровых технологий для сбора, передачи, хранения информации и анализа данных в области биохимии растений		ОПК-1.1	
14.		Использование цифровых технологий для сбора, передачи и хранения информации в области биохимии растений. Применение цифровых технологий анализа данных и возможности их использования для прогнозирования биохимических процессов и качества урожая сельскохозяйственных культур.	ОПК-1.1

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых ак- тивных и интерактивных образо- вательных технологий
1	Биохимия ферментов	Л	Авторская лекция на основе современных научных достижений
2	Обмен аминокислот	Л	Авторская лекция на основе современных научных достижений
3	Нуклеиновые кислоты	Л	Авторская лекция на основе современных научных достижений
4	Синтез и распад нуклеотидов и белков	Л	Авторская лекция на основе современных научных достижений
5	Определение активности протеаз	ЛР	Разбор конкретных ситуаций
6	Определение активности нитратредуктазы	ЛР	Обсуждение учебного материала в диалоговом режиме
7	Определение концентрации аминокислот в тканях растений	ЛР	Обсуждение учебного материала в диалоговом режиме
8	Определение активности пероксидаз	ЛР	Разбор конкретных ситуаций
9	Применение цифровых технологий анализа данных и возможности их использования для прогнозирования биохимических процессов и качества урожая сельскохозяйственных культур	ЛР	Разбор конкретных ситуаций

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Контроль текущей работы студентов осуществляется при проведении практических занятий, контрольных работ по темам, тестирования по разделам учебной дисциплины, защиты лабораторных работ. Для проведения контрольных работ разработаны контрольные вопросы и задания (см. Оценочные материалы дисциплины «Биохимия растений», выполнения самостоятельной работы – методические указания по изучению дисциплины. К практическим работам, проводимым с использованием активных и интерактивных технологий, подготовлены специальные вопросы и задания (см. Оценочные материалы дисциплины «Биохимия растений»). Для осуществления контроля по разделам дисциплины разработаны тестовые задания, которые представлены в Оценочных материалах дисциплины «Биохимия растений» и опубликованном методическом пособии (п. 7,4). Форма промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен.

Контрольные работы проводятся на практических занятиях. При подготовке к контрольным работам студентам рекомендуется изучить теоретический материал соответствующих разделов учебной дисциплины по конспектам лекций и по рекомендованным учебникам и учебным пособиям. Для самоконтроля своих знаний необходимо ответить на вопросы, содержащиеся в методических материалах по каждой теме учебной дисциплины, выполнить задания к практическим занятиям и тестовые задания с ответами. Кроме того, студент имеет возможность получить консультации у преподавателя в соответствии с его графиком текущих консультаций.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

1. Строение и свойства моносахаридов.
2. Биохимическая характеристика олигосахаридов.
3. Строение и общие свойства крахмала и полифруктозидов.
4. Биохимическая характеристика клетчатки и гемицеллюлоз, их содержание в растениях.
5. Строение и свойства пектиновых веществ, камедей и слизей и их биологическая роль.
6. Строение и общие свойства жиров.
7. Строение, свойства и содержание в растениях фосфолипидов и стероидных липидов.
8. Строение и биологическая роль гликолипидов и восков.
9. Числа жиров и их использование для характеристики качества растительных масел.
10. Важнейшие аминокислоты растений и их биологическая роль.
11. Строение, свойства и функции белков.
12. Состав белков важнейших групп сельскохозяйственных растений.

13. Биологическая ценность растительных белков.
14. Строение, свойства и функции нуклеотидов в организмах.
15. Роль витаминов в обмене веществ организмов и их значение в питании человека и кормлении животных. Понятие об антивитаминах.
16. Строение и биологическая роль витаминов – тиамина, рибофлавина, пиридоксина, кобаламина. Их содержание в растениях.
17. Биохимическая характеристика витаминов, растворимых в жирах и их содержание в растениях.
18. Строение и биологическая роль витаминов – аскорбиновой кислоты, цитрина, никотиновой кислоты. Их содержание в растениях.
19. Биохимическая характеристика витаминов – пантотеновой и фолиевой кислот, биотина, миоинозита, S-метилметионина.
20. Пути образования АТФ в организмах.
21. Использование термодинамических функций для характеристики биоэнергетических превращений в организмах.
22. Принципы расчета изменения свободной энергии в ходе биохимических превращений.
23. Макроэргические соединения и их роль в обмене веществ организмов.
24. Строение и общие свойства ферментов.
25. Механизм действия ферментов.
26. Классификация и единицы активности ферментов.
27. Изоферменты и их роль в жизнедеятельности организмов.
28. Зависимость действия ферментов от условий окружающей среды (температура, pH, концентрация субстрата).
29. Активаторы и ингибиторы ферментов.
30. Регуляция активности конститutивных и индуцируемых ферментов.
31. Механизм аллостерической регуляции ферментативной активности.
32. Пути ассимиляции CO₂ у C₃ и C₄ – растений.
33. Основные пути взаимопревращений моносахаридов.
34. Пентозофосфатный путь окисления углеводов и его биологическая роль.
35. Синтез и распад олигосахаридов.
36. Биосинтез и распад крахмала.
37. Биосинтез и распад полифруктозидов, клетчатки, пектиновых веществ и гемицеллюлоз.
38. Содержание полисахаридов в сельскохозяйственных растениях.
39. Накопление сахаров в корнеплодах, кормовых травах, овощах, плодах и ягодах.
40. Биосинтез насыщенных жирных кислот.
41. Биосинтез ненасыщенных жирных кислот.
42. Основные этапы синтеза ацилглицеринов из углеводов.
43. Распад жиров и α-окисление жирных кислот.
44. Механизм β-окисления жирных кислот.
45. Биосинтез и распад фосфолипидов, гликолипидов и стеролов.
46. Глиоксилатный цикл и его биологическая роль.
47. Возможные пути превращения липидов в углеводы.

48. Биосинтез и общие пути превращения аминокислот.
49. Механизмы ассимиляции аммонийной и амидной форм азота.
50. Механизм восстановления нитратов и причины их накопления в растительной продукции.
51. Механизмы связывания избыточного аммиака в растениях.
52. Биохимические механизмы восстановления молекулярного азота в процессе азотфиксации.
53. Структура и биологическая роль ДНК.
54. Строение и биологическая роль рибосомной, матричной и транспортной РНК.
55. Нуклеотидный состав ДНК и РНК.
56. Нуклеотидный код РНК и принципы передачи генетической информации.
57. Механизм репликации ДНК.
58. Механизм синтеза РНК.
59. Механизм биосинтеза белков и нуклеотидов.
60. Распад нукleinовых кислот, нуклеотидов и белков.
61. Фенольные соединения и их функции в растительных клетках.
62. Терпеноидные соединения и эфирные масла.
63. Алкалоиды и гликозиды сельскохозяйственных растений.
64. Химический состав зерна злаковых культур.
65. Химический состав зерна зернобобовых культур.
66. Химический состав семян масличных растений.
67. Химический состав клубней картофеля.
68. Химический состав корнеплодов.
69. Химический состав вегетативной массы кормовых трав.
70. Химический состав овощей, плодов и ягод.
71. Влияние режима питания растений и орошения на накопление белков, жиров и углеводов в растительной продукции.
72. Влияние природно-климатических факторов на накопление белков и липидов в растительной продукции.
73. Влияние природно-климатических факторов, орошения и режима питания растений на качественный состав растительных жиров.
74. Влияние природно-климатических факторов на накопление белков и углеводов в растительной продукции.
75. Действие удобрений на химический состав растений.
76. Использование цифровых технологий для сбора, передачи и хранения информации в области биохимии растений.
77. Применение цифровых технологий анализа данных и возможности их использования для прогнозирования биохимических процессов и качества урожая сельскохозяйственных культур.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенций по дисциплине применяется **балльно-рейтинговая** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Текущий контроль по разделам курса проводится по мере завершения их изучения. По итогам рейтинговой оценки студенты допускаются к сдаче экзамена, если сумма баллов по итогам текущего контроля их успеваемости составляет не менее 60.

При несвоевременном выполнении студентами заданий текущего контроля без уважительной причины по решению кафедры баллы рейтинговой оценки могут снижаться на 10–30 %. В конце учебного семестра итоги текущей успеваемости проставляются в виде суммы баллов (в последний день зачётной недели).

Промежуточный контроль знаний, умений и владений студентов по дисциплине осуществляется в виде экзамена, который проводится с целью оценки уровня освоения ими теоретических знаний, развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения синтезировать полученные знания и применять их для решения практических задач. Экзамен проводится в устной форме по экзаменационным билетам. Принимающий экзамен преподаватель имеет право задавать студентам дополнительные вопросы, давать задачи и примеры по программе данной дисциплины. Пересдача экзамена допускается не более двух раз. Третий раз пересдача экзамена осуществляется перед комиссией, назначаемой деканом.

Структурно-логическая схема изучения учебной дисциплины

«Биохимия растений»

3 год обучения, 5 семестр

Раздел 1. «Строение, свойства и биологические функции основных органических веществ растений»
Общее количество баллов - 24
Темы 1.1, 1.3 – по 7 баллов
Темы 1.2, 1.4 – по 5 баллов
Контрольные работы по темам
Тестирование по разделу
1-13 баллов – незачёт 14-24 баллов – зачёт



Раздел 2. «Биохимическая энергетика и ферменты»
Общее количество баллов – 14
Тема 2.1 – 8 баллов
Тема 2.2 – 6 баллов
Контрольные работы по темам
Тестирование по разделу

1-7 баллов – незачёт

8-14 баллов – зачёт



Раздел 3. «Обмен углеводов, липидов и азотистых веществ»

Общее количество баллов - 30

Темы 3.1, 3.2 – по 9 баллов

Тема 3.3 – 12 баллов

Контрольные работы по темам

Тестирование по разделу

1-16 балла – незачёт 17-30 баллов – зачёт



Раздел 4. «Вещества вторичного происхождения»

Общее количество баллов – 10

Темы 4.1, 4.2 – по 5 баллов

Контрольные работы по темам

Тестирование по разделу

1-5 баллов – незачёт 6-10 баллов – зачёт



Раздел 5. «Биохимические основы формирования качества растительной продукции»

Общее количество баллов – 12

Темы 5.1, 5.2 – по 6 баллов

Контрольные работы по темам

Тестирование по разделу

1-6 баллов – незачёт 7-12 баллов – зачёт



Раздел 6. «Применение цифровых технологий для сбора, передачи, хранения информации и анализа данных в области биохимии растений»

Общее количество баллов – 10

1-5 баллов – незачёт 6-10 баллов – зачёт

Допуск к экзамену – не менее

60 баллов



Экзамен по учебной дисциплине

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции , закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий .
Средний уровень	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью

«4» (хорошо)	освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Новиков Н.Н. Биохимия сельскохозяйственных растений: учебник для бакалавров. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 579 с.
2. Новиков Н.Н. Биохимия растений: учебник для вузов с грифами УМО и Министерства сельского хозяйства РФ. – М.: КолосС, 2012. – 679 с.
3. Дидактическая концепция цифрового профессионального образования и обучения / П.Н. Биленко, В.И. Блинов, М.В. Дулинов, Е.Ю. Есенина, А.М. Кондаков, И.С. Сергеев / под редакцией В.И. Блинова. – М.: Издательство «Перо», 2019. – 98 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Грибов Л.А., Баранов В.И. От молекул к жизни. – М.: URSS : Красанд, 2012. – 207 с.
2. Досон Р., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К. Справочник биохимика. – М.: Мир, 1991, – 453 с.
3. Запромётов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. – М.: Наука, 1993, – 271 с.
4. Новиков Н.Н. Биохимия растений: учебник для вузов, 2-е издание. – М.: ЛЕНАНД, 2014. – 680 с.
5. Новиков Н.Н. Биохимия древесных растений: учебное пособие, ч. I. – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. – 199 с.
6. Новиков Н.Н. Биохимия древесных растений: учебное пособие, ч. II. – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. – 160 с.
7. Панников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. – М.: Агропромиздат, 1987, – 512 с.
8. Проект дидактической концепции-цифрового профессионального образования и обучения / В.И. Блинов, М.В. Дулинов, Е.Ю. Есенина, И.С. Сергеев. – М.: Издательство «Перо», 2019. – 72 с.

9. Рядчиков В.Г., Головко Е.Н., Бескаравайная И.Г. Мировые ресурсы растительного и животного белка. Аминокислотный состав. – Краснодар : Кубанский госуд. аграрн. университет, 2003. – 732 с.
10. Черников В.А., Игнатьева С.Л. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания из растительного сырья. – М.: Росинформагротех, 2017. – 136 с.

7.3. Нормативные правовые акты

Нет.

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Новиков Н.Н., Таразанова Т.В. Лабораторный практикум по биохимии растений. – М.: Издательство РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012, – 98 с.

2. Таразанова Т.В., Новиков Н.Н. Тестовые задания по дисциплине «Биохимия растений». –М.: Изд. РГАУ–МСХА имени К.А.Тимирязева, 2008, – 108 с.

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

www.studentlibrary.ru – электронное издание учебника «Биохимия растений» / Новиков Н.Н. – М.: КолосС, 2013. – 680 с. – Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений.

files.lbz.ru – электронное издание учебника «Биохимия растений» / Хелдт Г.В. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 474 с.

Учебно-методический комплекс специального курса по формированию ключевых компетенций цифровой экономики / отв. ред. Т.С. Котаева, А.Т. Салбиев [электронный ресурс] – режим доступа. – URL: <https://yadi.sk/i/Imys80d2mMGppw>

Три кейса дизайн-мышления: <https://I-a-b-a.com/show/232>

Сервис по освоению компетенций цифровой экономики «Университет национальной технологической инициативы 2035: <https://2035.university>

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Doal – база данных иностранных журналов;

Консор, Агропоиск – современные базы данных;

Реферативная база данных Агрикола и ВИНИТИ;

[ChemExper](#) - поиск соединений в различных базах данных;

[ISI's Reaction Citation Index \(RCI\)](#) – база данных по химическим реакциям;

[PubSCIENCE](#) - доступ к аннотациям статей в журналах;

[Cambridge Crystallographic Data Centre](#) – поисковая система по свойствам веществ в базе Cambridge Structural Database;

[БАЗА ДАННЫХ "ХИМИЯ"](#) Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) - доступен раздел по физико-химической биологии;

MDL Information Systems – информационно-поисковая система в области естественных наук и химии;

AntiBase 2.0 – база данных природных веществ;

Rambler, Yandex, Google – информационно-справочные и поисковые системы.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации программы подготовки по дисциплине «Биохимия растений» перечень материально-технического обеспечения включает:

1. Специальное помещение для проведения занятий лекционного типа;
2. Специализированные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
3. Помещения для самостоятельной работы;
4. Помещения для хранения реактивов, химической посуды, профилактического обслуживания оборудования.

Кафедра располагает следующими учебными приборами и инструментами: персональные компьютеры, мультимедийный проектор, сканеры, копировальные аппараты, необходимый перечень аналитического оборудования (табл. 8).

Таблица 8
Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебный корпус 17 (старый), Большая агрохимическая аудитория (лекционная аудитория)	Мультимедийный проектор с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
Учебный корпус 17 (старый), учебные лаборатории 209 и 210 (для проведения практических и лабораторных занятий)	Система очистки воды, технические весы (Adventurer OHAUS № AR 1530), аналитические весы (Axis AN 200), фотоэлектроколориметры (КФК 2), спектрофото-метр (СФ 26), холодильники, терморегулируемые бани (ЭКРОС 4300, ТБ-6), сушильные шкафы, среднеско-ростные центрифуги (Beckman Y6B, Eppendorf 5415 C), pH-метр (иономер Анион 4100), электромеханические мешалки (LM 201, VD LOVE-NA PRAHA), аппараты Къельдаля, персональные компьютеры, компьютерный проектор, нагревательная и вытяжная системы для мокрого золения растительного материала, поляриметр (СМ-2), измельчители растительного материала, дозирующие устройства для дозирования реактивов
Общежитие № 8. Комната для самоподготовки студентов	Набор мебели и учебных принадлежностей для самоподготовки студентов
Аудитория для самостоятельной работы студентов: Библиотека, Читальный зал периодики, ком. 132	Представлены научные журналы и газеты за последние 5 лет получаемые библиотекой по подписке, диссертации. Оборудование для ксерокопирования. Доступ к беспровод-

	ной сети Интернет (wi-fi).
Аудитория для самостоятельной работы студентов: Библиотека, Читальный зал учебной литературы, ком. 133	В открытом доступе представлена вся учебная и учебно-методическая литература, имеющаяся в фонде ЦНБ, агроклиматические справочники, 12 компьютерных мест с доступом в электронный каталог ЦНБ и Интернет.
Аудитория для самостоятельной работы студентов: Библиотека, Компьютерный читальный зал, ком. №144	Зал рассчитан на 32 рабочих места с бесплатным доступом к сети Интернет.

Для проведения теоретических занятий по дисциплине «Биохимия растений» имеются специализированные учебные аудитории, персональные компьютеры, сканеры, мультимедийный проектор, набор презентаций по теоретическому курсу, справочные материалы по разделам дисциплины. Для выполнения самостоятельной работы студенты имеют доступ к компьютерной технике с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением входа в электронную информационно-образовательную среду университета на кафедре и в читальном зале библиотеки университета.

Проведение занятий осуществляется в специализированных лабораториях, оснащённых лабораторной мебелью и необходимым перечнем основного оборудования: набор лабораторной посуды, система очистки воды, газовые и электронагреватели, штативы, горелки, реактивы, технические и аналитические весы; фотоэлектроколориметры, спектрофотометр, холодильники, терморегулируемые бани, сушильные шкафы, среднескоростные центрифуги, титровальное оборудование, pH-метр, электромеханические мешалки, аппараты Кельдяля, нагревательная и вытяжная системы для мокрого озоления растительного материала, поляриметр, наборы термометров и денситометров, дозирующие устройства, персональные компьютеры, измельчители растительного материала, компьютерный проектор для анализа цветных изображений.

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Самостоятельное изучение разделов дисциплины осуществляется на основе материалов лекций и рекомендуемой литературы. Задания для самоподготовки по каждому разделу даются преподавателем на лабораторных занятиях с соответствующим объяснением. Для самоконтроля студентам рекомендуются тестовые задания по дисциплине с ответами. Контроль самостоятельной работы студентов проводится на лабораторных занятиях.

При подготовке к контрольным работам студентам предлагается изучить учебный материал соответствующих разделов и тем курса по конспектам лекций и по рекомендованным учебникам и учебным пособиям из перечня основной и дополнительной литературы. Для самоконтроля своих знаний студентам рекомендуется ответить на вопросы, содержащиеся в методических материалах по каждому разделу учебной дисциплины, и выполнить тестовые задания с ответами. Они имеют возможность получить консультации у преподавателя в соответствии с его графиком текущих консультаций.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лабораторное занятие, обязан самостоятельно изучить содержание лабораторной работы по практикуму, составить конспект и получить разрешение преподавателя на отработку пропущенного занятия. Отработка занятия выполняется под руководством лаборанта, после чего студент предъявляет полученные результаты преподавателю и защищает лабораторную работу по установленным требованиям. Отработка пропущенных контрольных работ, тестирований выполняется по графику, утвержденному заведующим кафедрой.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине .

Для формирования у студентов соответствующих компетенций в результате изучения данной учебной дисциплины рекомендуется применять объяснительно-иллюстративные, проблемные и поисковые модели обучения, направленные на активизацию самостоятельной работы обучаемых, активные и интерактивные формы занятий, указанные в пункте 5. Совокупность форм обучения включает: лекции, практические занятия, лабораторные работы, контрольные работы по темам и тестирование по разделам дисциплины.

Контроль текущей работы студентов осуществляется при проведении практических занятий, контрольных работ по темам и тестирования по каждому разделу дисциплины, защите лабораторных работ. Оценку текущей успеваемости обучаемых рекомендуется проводить с использованием рейтинговой системы. По итогам рейтинговой оценки они получают зачёт по разделу, если сумма баллов по выполнению лабораторных работ, результатам контрольных работ по темам и тестирования по разделу составляет не менее 60% от максимального норматива. Студенты, аттестованные по всем учебным разделам и набравшие не менее 60% рейтинговых баллов от максимального норматива, получают допуск к экзамену.

При осуществлении контроля знаний, умений и владений студентов по дисциплине проводится оценка уровня освоения ими теоретических знаний, развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения синтезировать полученные знания и применять их для решения практических задач. На лабораторных занятиях и при выполнении контрольных работ обсуждение теоретического материала необходимо подкреплять решением логических и расчетных задач, рассмотрением примеров из результатов научных исследований и практики сельского хозяйства.

Программу разработал:

Новиков Н.Н., доктор биологических наук, профессор

Новиков