


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор \_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.  
«25» мая 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.В.19 БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ**

Направление подготовки/специальность 06.03.01 Биология

Направленность (профиль) / специализация Биохимия

Форма обучения Очная

Квалификация Бакалавр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины Б1.В.19 БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ  
составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным  
стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки /  
специальности 06.03.01 Биология  
код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

Н.Н. Улитина, доцент, канд. биол. наук

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.19 Биохимия растений утверждена на  
заседании кафедры генетики, микробиологии и биохимии  
протокол № 11 «12» мая 2022 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Худокормов А.А.

фамилия, инициалы

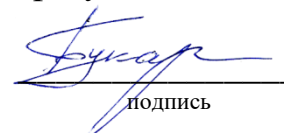


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета  
протокол № 8 «25» мая 2022 г.

Председатель УМК факультета Букарева О.В.

фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

Криворотов С.Б., профессор кафедры биологии и экологии растений КубГУ,  
доктор биологических наук, профессор

Волкова С.А., доцент кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет имени И.Т.Труби-  
лина», кандидат биологических наук, доцент

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

Цель дисциплины – ознакомить студентов с предметом и задачами биохимии растений, фотосинтезом (пигментами и работой фотосистем), водой и минеральными веществами (взаимодействие молекул воды и биополимеров, гидратация, соотношение минеральных элементов в почве и растениях), аминокислотами и белками (аминокислоты протеиногенные и непротеиногенные, биосинтез аминокислот, белковый состав), углеводами (основные моно- и дисахариды растений, их свойства и функции), липидами (биосинтез и особенности биodeградации), нуклеотидами и нуклеиновыми кислотами (структура, синтез, функции), фитогормонами (гормональная регуляция роста и развития растений).

### **1.2 Задачи дисциплины.**

1. Изучить фотосинтез и дыхание растений. Их связь с продуктивностью и урожаем. Фотофизические, фотохимические и биохимические механизмы фотосинтеза.
2. Изучить термодинамические показатели состояния воды, аквапорины (белки водных каналов), их структуру и принцип работы.
3. Изучить потребность растений в элементах минерального питания, содержание и соотношение минеральных элементов в почве и растениях, концентрирование элементов в тканях растения.
4. Изучить биосинтез аминокислот, особенности действия растительных ферментов.
5. Изучить основные моно- и дисахариды растений, их свойства и функции, полисахариды.
6. Изучить биосинтез фосфолипидов и гликолипидов, особенности биodeградации липидов у растений.
7. Изучить биосинтез, образование конъюгатов, деградацию фитогормонов.
8. Научить пользоваться измерительными приборами и оборудованием, применяемыми при исследовании биохимии растений.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Биохимия растений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Дисциплина «Биохимия растений» изучается в восьмом семестре на четвертом курсе. Для успешного освоения «Биохимия растений» студенты должны обладать знаниями, полученными при изучении следующих дисциплин: Физика, Химия, Цитология и гистология, Биохимия с основами молекулярной биологии, Энзимология иметь навыки работы в биохимической лаборатории (знать правила техники безопасности, уметь готовить растворы реактивов), а также уметь работать на персональном компьютере и пользоваться расчетными программами. Знания, полученные при изучении «Биохимия растений» необходимы для успешного освоения дисциплин магистратуры: Биохимия растений, Молекулярная биология, Энзимология, Пищевая химия.

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-3 Способен ориентироваться в основных понятиях и теориях биологии, биологических законах и закономерностях развития органического мира, и использовать эти знания в профессиональной деятельности, лабораторных исследованиях и реализации научных проектов</b>	
ИПК-3.1. Владеет фундаментальными понятиями и теоретическими знаниями биологии и экологии;	<p>В результате изучения учебной дисциплины обучающийся:</p> <p>Знает: фундаментальные понятия особенностей строения растительных клеток; основных химических свойств веществ растений; процессов метаболизма белков, углеводов и липидов растений; структуры и свойств веществ вторичного происхождения</p> <p>Умеет: применять на практике теоретические знания по строению растительных клеток; основным химическим свойствам веществ растений; процессам метаболизма белков, углеводов и липидов растений; структуре и свойствам веществ вторичного происхождения</p> <p>Владеет: современными методами исследования и получения информации о строении растительных клеток, основных химических свойств веществ растений</p>
ИПК-3.2. Владеет современными представлениями о закономерностях развития органического мира;	<p>В результате изучения учебной дисциплины обучающийся:</p> <p>Знает: закономерности развития процессов метаболизма белков, углеводов и липидов растений; фотосистем I и II</p> <p>Умеет: исследовать свойства первичных и вторичных метаболитов растений</p> <p>Владеет: навыками обработки и анализа получаемых экспериментальных данных</p>
ИПК-3.3. Умеет использовать знание закономерностей биологических процессов и явлений, для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов	<p>В результате изучения учебной дисциплины обучающийся:</p> <p>Знает: закономерности биологических процессов синтеза растительных белков и липидов, фотосинтеза</p> <p>Умеет: определять первичные и вторичные метаболиты в растительных тканях</p> <p>Владеет: приёмами поиска новых сведений в области биохимии растений</p>

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная		очно-заочная	заочная
		VII семестр (часы)	VIII семестр (часы)	X семестр (часы)	X курс (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>28,2</b>	—	<b>28,2</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>24</b>	—	<b>24</b>		
занятия лекционного типа	12	—	12		
лабораторные занятия	—	—	—		
практические занятия	12	—	12		
семинарские занятия	—	—	—		
<b>Иная контактная работа:</b>	<b>4,2</b>	—	<b>4,2</b>		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	—	4		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	—	0,2		
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>43,8</b>	—	<b>43,8</b>		
Реферат (подготовка)	5		5		
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	30	—	30		
Подготовка к текущему контролю	8,8	—	8,8		
<b>Контроль:</b>	<b>зачет</b>	—	<b>зачет</b>		
Подготовка к экзамену	—	—	—		
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>		
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>28,2</b>	<b>28,2</b>		
	<b>зач. ед</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре (очная форма).

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Предмет и задачи биохимии растений	6	1	1	–	4
2.	Фотосинтез	9	2	2	–	5
3.	Вода и минеральные вещества	6	1	1	–	4
4.	Аминокислоты и белки	6	1	1	–	4
5.	Углеводы	8	2	2	–	4
6.	Липиды	9	2	2	–	5
7.	Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты	8	2	2	–	4
8.	Фитогормоны	7	1	1	–	5
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	50	12	12	–	26
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4		4	–	
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2		0,2	–	
	Подготовка к текущему контролю	8,8			–	8,8
	Общая трудоемкость по дисциплине	72	12	16,2	–	43,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела (тем)	Содержание раздела (тем)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Предмет и задачи биохимии растений	Предмет и задачи биохимии растений. Краткая история развития биохимии растений. Значение биохимии растений для практики. Мир растений как источник промышленного сырья.	Письменный опрос
2.	Фотосинтез	Фотосинтетические пигменты (хлорофиллы, каротиноиды, фикобилины), их спектры поглощения. Первичные процессы фотосинтеза, их структурно-функциональная организация. Представление о фотосинтетической единице. Антенный комплекс, реакционный центр. Электрон-транспортная цепь фотосинтеза. Представления о совместном функционировании двух фотосистем. Фотосистемы I и II, механизм работы. Световая фаза фотосинтеза: циклический и нециклический транспорт электронов. С <sub>3</sub> -путь фотосинтеза, цикл Кальвина: механизм, стехиометрия реакций. С <sub>4</sub> -тип фотосинтеза: механизм,	Письменный опрос Реферат

		стехиометрия реакций. Дыхание, устойчивое к цианиду. Процессы сходные с дыханием, не связанные с образованием АТФ.	
3.	Вода и минеральные вещества	Молекулярная структура и физические свойства воды. Взаимодействие молекул воды и биополимеров, гидратация. Состояние воды в клетке. Вода, как структурный компонент растительной клетки, ее участие в биохимических реакциях. Термодинамические показатели состояния воды: активность воды, химический и водный потенциал. Аквапорины (белки водных каналов), их структура, принцип работы. Потребность растений в элементах минерального питания. Содержание и соотношение минеральных элементов в почве и растениях, концентрирование элементов в тканях растения. Функциональная классификация элементов минерального питания. Макроэлементы (азот, сера, фосфор, калий, кальций, магний). Микроэлементы (железо, медь, марганец, молибден, цинк, бор). Нарушения в метаболизме растений при недостатке микроэлементов. Функции «полезных» элементов: натрий, хлор, кремний, кобальт.	Письменный опрос Реферат
4.	Аминокислоты и белки	Природа аминокислот в растениях: протеиногенные и непротеиногенные. Биосинтез аминокислот из пирувата и оксалоацетата. Биосинтез аминокислот из 2-оксоглутарата и из продуктов цикла Кальвина. Биосинтез аминокислот из шикимата. Биосинтез и функции непротеиногенных аминокислот. Белки семян и листьев растений. Особенности белкового состава зерновых и зернобобовых культур. Особенности действия растительных ферментов. Промышленное использование растительных ферментов.	Письменный опрос Реферат
5.	Углеводы растений	Основные моно- и дисахариды растений, их свойства и функции. Рафиноза – основной трисахарид растений. Полисахариды растений. Запасные и строительные полисахариды: крахмал, инулин, целлюлоза, гемицеллюлоза, пектиновые вещества, галактаны, ксиланы, слизи и гумми; строение, свойства и функции в растениях. Биосинтез полисахаридов растений.	Письменный опрос Реферат
6.	Липиды растений	Основные группы растительных липидов. Биосинтез жирных кислот и триглицеридов в растениях. Биосинтез воска и кутина. Биосинтез фосфолипидов и гликолипидов. Особенности биодеградация липидов у растений. Содержание жиров в семенах и плодах культурных растений. Свойства основных растительных масел.	Письменный опрос Реферат

		Стероиды растений: их строение, свойства и функции в растениях.	
7.	Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты	Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды: структура, синтез, функции. Нуклеозидполифосфаты. Циклические нуклеотиды и их роль. Нуклеотидные кофакторы и переносчики соединений, их основные типы и биологическое значение.	Письменный опрос Реферат
8.	Фитогормоны	Гормональная регуляция роста и развития растений. Ауксины. Биосинтез, образование конъюгатов, деградация ауксинов. Активный транспорт ауксинов в растениях. Цитокинины. Биосинтез, образование конъюгатов, деградация цитокининов. Взаимодействие ауксинов и цитокининов. Гиббереллины. Пути биосинтеза и многообразие гиббереллинов. Абсцизовая кислота. Пути биосинтеза АБК в растениях и в грибах, ее метаболизм. Физиологическое действие: остановка роста, подготовка к состоянию покоя. Активизация синтеза запасных веществ. АБК как гормон абиотического стресса. Этилен. Биосинтез этилена. Специфика этилена как газообразного гормона. Брассиностероиды: биосинтез, многообразие.	Письменный опрос Реферат

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические занятия).

№	Наименование раздела (темы)	Тематика практических занятий	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Предмет и задачи биохимии растений	Приготовление растительного материала химическому анализу	Проверка протокола
2	Фотосинтез	Разделение пигментов методом бумажной хроматографии	Проверка протокола
3	Вода и минеральные вещества	Озольнение биологического материала методом мокрого сжигания	Проверка протокола
4	Белки растений	Анализ образования аминокислот при гидролизе запасного белка методом радиальной хроматографии.	Проверка протокола
5	Углеводы растений	Определение наличия сахаров в плодах и овощах.	Проверка протокола
6	Липиды растений	Тонкослойная хроматография липидов подсолнечного масла.	Проверка протокола



7	Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты	Извлечение нуклеиновых кислот из тканей растений	Проверка протокола
8	Фитогормоны	Влияние гиббереллина на активность гидролитических ферментов в зерновках злаков	Проверка протокола

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Подготовка реферата	Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Биохимия растений», утверждены кафедрой генетики, микробиологии и биохимии, протокол №07 от 18.02.2021 г.
2	Самоподготовка студентов	Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Биохимия растений», утверждены кафедрой генетики, микробиологии и биохимии, протокол №07 от 18.02.2021 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме аудиофайла,
- работа в паре со студентом, не имеющим физических ограничений

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме аудиофайла,
- работа в паре со студентом, не имеющим физических ограничений.

### 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

Лекция-беседа; контролируемые преподавателем дискуссии использование мультимедийного оборудования для демонстрации учебного материала в виде схем, таблиц, рисунков и учебных фильмов.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты. Для лиц с нарушениями зрения и опорно-двигательного аппарата работа в паре со студентом, не имеющим физических ограничений.

### **Интерактивные образовательные технологии,**

Проблемная лекция; использование мультимедийного оборудования для демонстрации учебного материала в виде схем, таблиц, рисунков и учебных фильмов.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты. Для лиц с нарушениями зрения и опорно-двигательного аппарата работа в паре со студентом, не имеющим физических ограничений.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

<b>Семестр</b>	<b>Вид занятия (Л, ПЗ, ЛР)</b>	<b>Используемые интерактивные образовательные технологии</b>	<b>Количество часов</b>
8	Л	Лекция-беседа; использование мультимедийного оборудования для демонстрации учебного материала в виде схем, таблиц по темам: природа аминокислот в растениях, основные моно- и дисахариды растений, основные группы растительных липидов, содержание жиро- и водорастворимых витаминов в растительных продуктах, фотосинтетические пигменты	6
	ПЗ	Контролируемые преподавателем дискуссии, использование мультимедийного оборудования для демонстрации учебного материала в виде схем, таблиц по темам: белки растений, углеводы растений, липиды растений, органические кислоты и их обмен	4
<i>Итого:</i>			10

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Биохимия растений».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме вопросов для подготовки к практическим занятиям и промежуточной аттестации в форме вопросов к зачету.

#### **Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации**

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-3.1. Владеет фундаментальными понятиями и теоретическими знаниями биологии и экологии;	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся: <b>Знает:</b> фундаментальные понятия особенностей строения растительных клеток; основных химических свойств веществ растений; процессов метаболизма белков, углеводов и липидов растений;	Вопросы для письменного опроса по теме: Предмет и задачи биохимии растений, Фотосинтез, Вода и минеральные вещества, Аминокислоты и белки, Углеводы, Липиды,	Вопрос на зачете 1-50

		<p>структуры и свойств веществ вторичного происхождения</p> <p><b>Умеет:</b> применять на практике теоретические знания по строению растительных клеток; основным химическим свойствам веществ растений; процессам метаболизма белков, углеводов и липидов растений; структуре и свойствам веществ вторичного происхождения</p> <p><b>Владеет:</b> современными методами исследования и получения информации о строении растительных клеток, основных химических свойствах веществ растений</p>	<p>Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты, Фитогормоны</p> <p>Реферат</p> <p>Практическая работа по теме: Предмет и задачи биохимии растений, Фотосинтез, Вода и минеральные вещества, Аминокислоты и белки, Углеводы, Липиды, Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты, Фитогормоны</p>	
2	<p>ИПК-3.2. Владеет современными представлениями о закономерностях развития органического мира;</p>	<p>В результате изучения учебной дисциплины обучающийся:</p> <p><b>Знает:</b> закономерности развития процессов метаболизма белков, углеводов и липидов растений; фотосистем I и II</p> <p><b>Умеет:</b> исследовать свойства первичных и вторичных метаболитов растений</p> <p><b>Владеет:</b> навыками обработки и анализа получаемых экспериментальных данных</p>	<p>Вопросы для письменного опроса по теме: Предмет и задачи биохимии растений, Фотосинтез, Вода и минеральные вещества, Аминокислоты и белки, Углеводы, Липиды, Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты, Фитогормоны</p> <p>Реферат</p> <p>Практическая работа по теме: Предмет и задачи биохимии растений, Фотосинтез, Вода и минеральные вещества, Аминокислоты и белки, Углеводы, Липиды, Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты, Фитогормоны</p>	<p>Вопрос на зачете 1-50</p>
3	<p>ИПК-3.3. Умеет использовать знание закономерностей биологических процессов и явлений, для подготовки научных проектов и научно-технических отчетов</p>	<p>В результате изучения учебной дисциплины обучающийся:</p> <p><b>Знает:</b> закономерности биологических процессов синтеза растительных белков и липидов, фотосинтеза</p> <p><b>Умеет:</b> определять первичные и вторичные метаболиты в растительных тканях</p> <p><b>Владеет:</b> приемами поиска новых сведений в области биохимии растений</p>	<p>Вопросы для письменного опроса по теме: Предмет и задачи биохимии растений, Фотосинтез, Вода и минеральные вещества, Аминокислоты и белки, Углеводы, Липиды, Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты, Фитогормоны</p> <p>Реферат</p> <p>Практическая работа по теме: Предмет и задачи биохимии растений, Фотосинтез, Вода</p>	<p>Вопрос на зачете 1-50</p>

			и минеральные вещества, Аминокислоты и белки, Углеводы, Липиды, Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты, Фитогормоны	
--	--	--	---	--

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.**

Для подготовки к текущему контролю знаний студенты самостоятельно проверяют свой уровень знаний по соответствующему разделу дисциплины в рамках самоконтроля по предложенным вопросам к темам.

**Перечень вопросов для письменного контроля знаний студентов на практических занятиях по изучаемым темам:**

**Тема 1. Предмет и задачи биохимии растений**

1. Предмет и задачи биохимии растений. Краткая история развития биохимии растений. Значение биохимии растений для практики. Мир растений как источник промышленного сырья.
2. Возникновение фотосинтеза. Фотосинтетические пигменты (хлорофиллы, каротиноиды, фикобилины), их спектры поглощения.
3. Возбужденные состояния хлорофилла.

**Тема 2. Фотосинтез**

4. Модульная организация фотосинтетического аппарата. Антенный комплекс, реакционный центр.
5. Электрон-транспортная цепь фотосинтеза. Представления о совместном функционировании двух фотосистем.
6. Фотосистема II: локализация, компоненты, транспорт электронов. Конечные продукты.
7. Окисление воды, структура марганцевого кластера.
8. Передача электронов между ФС II и ФС I. Фотосистема I: локализация, компоненты, транспорт электронов. Конечные продукты.
9. Rubis CO – основной фермент фиксации CO<sub>2</sub> (структура, активация).
10. Цикл Кальвина: механизм, стехиометрия реакций.
11. C<sub>4</sub>-тип фотосинтеза: механизм, стехиометрия реакций.
12. Дыхание, устойчивое к цианиду. Процессы сходные с дыханием, не связанные с образованием АТФ.

**Тема 3. Вода и минеральные вещества**

13. Молекулярная структура и физические свойства воды. Взаимодействие молекул воды и биополимеров, гидратация.
14. Состояние воды в клетке. Вода, как структурный компонент растительной клетки, ее участие в биохимических реакциях.
15. Аквапорины (белки водных каналов), их структура, принцип работы.
16. Потребность растений в элементах минерального питания. Содержание и соотношение минеральных элементов в почве и растениях, концентрирование элементов в тканях растения. Функциональная классификация элементов минерального питания.
17. Роль макроэлементов (азот, сера, фосфор, калий, кальций, магний).
18. Роль микроэлементов (железо, медь, марганец, молибден, цинк, бор).
19. Нарушения в метаболизме растений при недостатке микроэлементов. Функции «полезных» элементов: натрий, хлор, кремний, кобальт.

**Тема 4. Аминокислоты и белки**

20. Важнейшие предшественники синтеза аминокислот.
21. Биосинтез пролина и аргинина.
22. Аспарат – предшественник пяти аминокислот (аспарагина, лизина, изолейцина, треонина, метионина).
23. Биосинтез гидрофобных аминокислот (аланина, валина, лейцина).
24. Шикиматный путь синтеза ароматических аминокислот.
25. Белки семян и листьев растений. Особенности белкового состава зерновых и зернобобовых культур.
26. Особенности действия растительных ферментов. Промышленное использование растительных ферментов.

#### **Тема 5. Углеводы растений**

27. Основные моно- и дисахариды растений, их свойства и функции. Рафиноза – основной трисахарид растений.
28. Полисахариды растений. Запасные и строительные полисахариды: крахмал, инулин, целлюлоза, гемицеллюлоза, пектиновые вещества, галактаны, ксиланы, слизи и гумми; строение, свойства и функции в растениях.
29. Биосинтез полисахаридов растений.
30. Синтез крахмала и сахарозы. Регуляция синтеза сахарозы и крахмала.
31. Синтез целлюлозы и каллозы.

#### **Тема 6. Липиды растений**

32. Состав и свойства липидов мембран растительных клеток
33. Синтез жирных кислот *de novo*.
34. Глицерин-3-фосфат, как предшественник в синтезе глицеролипидов.
35. Синтез триацилглицеринов и методы улучшения их свойств.
36. Глиоксилатный цикл.
37. Запасные липиды и их мобилизация для синтеза гексоз.
38. Содержание жиров в семенах и плодах культурных растений. Свойства основных растительных масел.
39. Стероиды растений: их строение, свойства и функции в растениях.

#### **Тема 7. Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты**

40. Пуриновые и пиримидиновые основания.
41. Нуклеозиды и нуклеотиды: структура, синтез, функции.
42. Нуклеозидполифосфаты.
43. Циклические нуклеотиды и их роль.
44. Нуклеотидные коферменты и переносчики соединений, их основные типы и биологическое значение.

#### **Тема 8. Фитогормоны**

45. Гормональная регуляция роста и развития растений. Ауксины. Биосинтез, образование конъюгатов, деградация ауксинов. Активный транспорт ауксинов в растениях.
46. Цитокинины. Биосинтез, образование конъюгатов, деградация цитокининов. Взаимодействие ауксинов и цитокининов.
47. Гиббереллины. Пути биосинтеза и многообразие гиббереллинов.
48. Абсцизовая кислота. Пути биосинтеза АБК в растениях и в грибах, ее метаболизм. Физиологическое действие: остановка роста, подготовка к состоянию покоя. Активизация синтеза запасных веществ. АБК как гормон абиотического стресса.
49. Этилен. Биосинтез этилена. Специфика этилена как газообразного гормона.
50. Брассиностероиды: биосинтез, многообразие.

#### **Темы рефератов:**

1. Производные моносахаридов и их роль в жизни растений.
2. Запасные полисахариды растений – особенности строения и биосинтеза.
3. Многообразие структурных полисахаридов растений, взаимосвязь структуры и функции.
4. Непротеиногенные аминокислоты, их распространение в природе и функции.

5. Сравнительный анализ белкового состава животных и растительных организмов.
6. Зернобобовые растения – важный источник растительных белков.
7. Молекулярная организация углеводузнающих белков клетки – лектинов.
8. Белки – ингибиторы протеолитических ферментов у растений.
9. Особенности липидного состава растительных организмов.
10. Метаболическая активность производных жирных кислот – ацетогенинов, оксипиринов, жирных спиртов.
11. Роль липидов в процессе передачи информации в клетке.
12. Эволюционное разнообразие фосфолипидных структур клетки

### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации**

#### **Вопросы для подготовки к зачету:**

1. Предмет и задачи биохимии растений. Краткая история развития биохимии растений. Значение биохимии растений для практики. Мир растений как источник промышленного сырья.
2. Возникновение фотосинтеза. Фотосинтетические пигменты (хлорофиллы, каротиноиды, фикобилины), их спектры поглощения.
3. Возбужденные состояния хлорофилла.
4. Модульная организация фотосинтетического аппарата. Антенный комплекс, реакционный центр.
5. Электрон-транспортная цепь фотосинтеза. Представления о совместном функционировании двух фотосистем.
6. Фотосистема II: локализация, компоненты, транспорт электронов. Конечные продукты.
7. Окисление воды, структура марганцевого кластера.
8. Передача электронов между ФС II и ФС I. Фотосистема I: локализация, компоненты, транспорт электронов. Конечные продукты.
9. Rubis CO – основной фермент фиксации CO<sub>2</sub> (структура, активация).
10. Цикл Кальвина: механизм, стехиометрия реакций.
11. C<sub>4</sub>-тип фотосинтеза: механизм, стехиометрия реакций.
12. Дыхание, устойчивое к цианиду. Процессы сходные с дыханием, не связанные с образованием АТФ.
13. Молекулярная структура и физические свойства воды. Взаимодействие молекул воды и биополимеров, гидратация.
14. Состояние воды в клетке. Вода, как структурный компонент растительной клетки, ее участие в биохимических реакциях.
15. Аквапорины (белки водных каналов), их структура, принцип работы.
16. Потребность растений в элементах минерального питания. Содержание и соотношение минеральных элементов в почве и растениях, концентрирование элементов в тканях растения. Функциональная классификация элементов минерального питания.
17. Роль макроэлементов (азот, сера, фосфор, калий, кальций, магний).
18. Роль микроэлементов (железо, медь, марганец, молибден, цинк, бор).
19. Нарушения в метаболизме растений при недостатке микроэлементов. Функции «полезных» элементов: натрий, хлор, кремний, кобальт.
20. Важнейшие предшественники синтеза аминокислот.
21. Биосинтез пролина и аргинина.
22. Аспарат – предшественник пяти аминокислот (аспарагина, лизина, изолейцина, треонина, метионина).
23. Биосинтез гидрофобных аминокислот (аланина, валина, лейцина).
24. Шикиматный путь синтеза ароматических аминокислот.
25. Белки семян и листьев растений. Особенности белкового состава зерновых и зернобобовых культур.
26. Особенности действия растительных ферментов. Промышленное использование растительных ферментов.

27. Основные моно- и дисахариды растений, их свойства и функции. Рафиноза – основной трисахарид растений.
28. Полисахариды растений. Запасные и строительные полисахариды: крахмал, инулин, целлюлоза, гемицеллюлоза, пектиновые вещества, галактаны, ксиланы, слизи и гумми; строение, свойства и функции в растениях.
29. Биосинтез полисахаридов растений.
30. Синтез крахмала и сахарозы. Регуляция синтеза сахарозы и крахмала.
31. Синтез целлюлозы и каллозы.
32. Состав и свойства липидов мембран растительных клеток
33. Синтез жирных кислот *de novo*.
34. Глицерин-3-фосфат, как предшественник в синтезе глицеролипидов.
35. Синтез триацилглицеринов и методы улучшения их свойств.
36. Глиоксилатный цикл.
37. Запасные липиды и их мобилизация для синтеза гексоз.
38. Содержание жиров в семенах и плодах культурных растений. Свойства основных растительных масел.
39. Стероиды растений: их строение, свойства и функции в растениях.
40. Пуриновые и пиримидиновые основания.
41. Нуклеозиды и нуклеотиды: структура, синтез, функции.
42. Нуклеозидполифосфаты.
43. Циклические нуклеотиды и их роль.
44. Нуклеотидные коферменты и переносчики соединений, их основные типы и биологическое значение.
45. Гормональная регуляция роста и развития растений. Ауксины. Биосинтез, образование конъюгатов, деградация ауксинов. Активный транспорт ауксинов в растениях.
46. Цитокинины. Биосинтез, образование конъюгатов, деградация цитокининов. Взаимодействие ауксинов и цитокининов.
47. Гиббереллины. Пути биосинтеза и многообразие гиббереллинов.
48. Абсцизовая кислота. Пути биосинтеза АБК в растениях и в грибах, ее метаболизм. Физиологическое действие: остановка роста, подготовка к состоянию покоя. Активизация синтеза запасных веществ. АБК как гормон абиотического стресса.
49. Этилен. Биосинтез этилена. Специфика этилена как газообразного гормона.
50. Брассиностероиды: биосинтез, многообразие.

#### **Критерии оценивания по зачету:**

«Зачтено» получает студент, если он дал полный, развернутый ответ на все вопросы или если он дал неполные или неточные ответы, но ответил на уточняющие вопросы, а также выполнил программу занятий.

«Не зачтено» получает студент, если он дал неполные или неточные ответы и не ответил на уточняющие вопросы, если он не ответил ни на один вопрос, а также не выполнил программу занятий.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:  
– в печатной форме,  
Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1 Учебная литература**

1. Волынец А. П.. Фенольные соединения в жизнедеятельности растений [Электронный ресурс] / Минск: Белорусская наука, 2013. -284с.

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142423>

2. Шарова Е. И. Антиоксиданты растений: учебное пособие [Электронный ресурс] / Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского Государственного Университета, 2016. -140с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458111>

3. Биохимия растений: вторичный обмен: учебное пособие для вузов / Г. Г. Борисова, А. А. Ермошин, М. Г. Малева, Н. В. Чукина ; под общ. ред. Г. Г. Борисовой. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 128 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-07550-2. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/E2A25647-80E7-49C7-81D2-6072F46D5633](http://www.biblio-online.ru/book/E2A25647-80E7-49C7-81D2-6072F46D5633)

4. Рогожин В. В. Практикум по биохимии: учебное пособие для студентов вузов / В. В. Рогожин. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013. - 539 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 523-528. - ISBN 9785811415861 : 1100.00.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечной системе «Юрайт».

### **5.2 Периодическая литература**

Печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:

1. "Biochemistry" (Wash., 1964-),
2. "Archives of Biochemistry and Biophysics" (N. Y., 1942-),
3. "Biochemical Journal" (L., 1906-),
4. "Molecular Biology" (издаётся в Англии - журнал международный),
5. "Bulletin de la Société de Chimie Biologique" (P., 1914-),
6. "Giornale di Biochimica" (Rome, 1955-),
7. "Journal of Biochemistry". (Tokyo, 1922-).
8. " Биохимия " (М., 1936-),
9. "Молекулярная биология" (М., 1967-),

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

**Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>



### **Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>

3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) Подготовка к практическим занятиям**

Студенты, не имеющие физических ограничений должны:

1. Ознакомиться с темой, целью, задачами работы;
2. Ознакомиться с предложенными теоретическими вопросами
3. Изучить соответствующий лекционный материал;
4. Изучить основную литературу в соответствии с темой и списком;
5. Изучить дополнительную литературу в соответствии с темой и списком;
6. Ознакомиться с работами и ходом их выполнения;
7. Ознакомиться с оборудованием;
8. Выполнить предложенные задания в соответствии с ходом работы;
9. Письменно оформить практическую работу, сделать структурированные выводы

### **Написание реферата**

Выбор темы реферата осуществляется преподавателем в рамках изучаемой дисциплины исходя из интересов студентов. Прежде чем выбрать тему реферата, студенту необходимо выяснить свой интерес, определить, над какой проблемой он хотел бы поработать, более глубоко ее изучить.

Цель реферата – приобретение студентами навыков самостоятельной работы по подбору, изучению, анализу и обобщению литературных источников.

Объем реферата составляет 7-15 страниц машинописного текста.

Критерии оценки реферата:

- Соответствие содержания теме.
- Правильность и полнота использования источников.
- Соответствие оформления реферата стандартам.

По усмотрению преподавателя рефераты могут быть представлены на семинарах, а также использоваться как зачетные работы по пройденным темам.

Процесс выполнения реферата состоит из следующих этапов:

1. Подбор литературы по избранной теме и ознакомление с выбранными источниками.

2. Составление плана реферата.
3. Изучение отобранных литературных источников.
4. Написание текста реферата.
5. Оформление реферата.

Обязательными элементами реферата являются:

1. Титульный лист.
2. Оглавление.
3. Введение.
4. Основная часть документа.
5. Заключение.
6. Список использованных источников (литература, сайты и т.д.).

**Введение** должно содержать краткую оценку состояния исследуемого вопроса, проблемы и актуальность выбранной темы, цели и задачи исследований, объекта и предмета

исследований используемые методы, методики и технологии, оценку практической значимости полученных результатов. Объем введения должен быть не более 3-5 страниц печатного текста.

**В основной части** приводят данные, отражающие сущность и основные результаты выполненной работы.

Основная часть должна содержать:

- обоснование выбранной темы (направления исследования), методы решения задачи, описание выбранной методики проведения эксперимента;
- теоретические и экспериментальные исследования;
- обобщение и оценку результатов исследований, включающих оценку полноты решения поставленной задачи.

**Заключение** должно содержать краткие выводы по результатам выполненных исследований и оценку полноты решения поставленных задач.

**Список использованных информационных источников** (литература, сайты и т.д.) должен быть составлен в соответствии с положением «Общие требования и правила составления библиографии» и содержать библиографические сведения о литературных источниках.

В приложения могут быть включены:

- иллюстрации вспомогательного характера;
- инструкции и методики, разработанные в процессе выполнения работы;
- таблицы вспомогательных цифровых данных.

Работа должна быть логически выдержана, в ней соблюдаются единство стиля изложения, обеспечена орфографическая, синтаксическая, стилистическая грамотность.

### **Самостоятельная подготовка**

1. Ознакомиться с темой и вопросами СР;
2. Изучить основную литературу в соответствии с темой и списком;
3. Изучить дополнительную литературу в соответствии с темой и списком;

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)**

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Аудитория 431	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: интерактивный комплекс в составе: интерактивная доска Projecta, интерактивный короткофокусный проектор Epson, интерактивная трибуна с микрофонами, видеочасть для конференций, документ-камера, звуковое оборудование; выход в сеть Интернет	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения:	Microsoft Windows Microsoft Office

консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Аудитория 430	ПЭВМ преподавателя 1 шт. с выходом в интернет	
Учебные аудитории для проведения практических работ. Аудитория 431	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование: рН-метр Hanna Instruments рН211, Эксперт 001.301; кол-лекторы фракций; спектроном-204, спектрофотометр ска-нирующий двулучевой LEKI SS21 UV; гомогенизаторы; термостат LIOP LB-140; центрифуга лабораторная ЦЛМ-80-2S; шкаф сушильный; шкаф вытяжной, дозатор автоматический 1-канальный варьируемого объема 10-100мкл BIONIT Sartorius - 10 шт., дозатор автоматический 1-канальный варьируемого объема 100-1000мкл BIONIT Sartorius - 13 шт., дозатор автоматический 1-канальный варьируемого объема 500-5000мкл BIONIT Sartorius – 8 шт., лабораторные электронные весы OHAUS SPX123, лабораторные электронные весы OHAUS SPX421). Ком-плекты лабораторного биохимического оборудования (пробирки, мерные пробирки, ступки, пестики, спиртовки, держатели, пипетки, наборы реактивов	Microsoft Windows Microsoft Office

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.437а)	Мебель: учебная мебель Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в	Microsoft Windows Microsoft Office

	электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi), мультимедийный телевизор	
--	--	--