



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

Институт агrobiотехнологии  
Кафедра агрономической, биологической химии и радиологии

УТВЕРЖДАЮ:

Советник при ректорате –  
заместитель проректора по науке

  
*И.Ю. Сви́нарев* И.Ю. Сви́нарев

«29» *сентября* 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
БИОХИМИЯ

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
БИОХИМИЯ

Научная специальность: **1.5.4. Биохимия**

Отрасль наук биологические

Год обучения – 2

Семестр обучения – 4

Москва, 2022

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина (модуль) «Биохимия» является важной составной частью Учебного плана подготовки аспирантов по научной специальности 1.5.4 Биохимия, программе аспирантуры Биохимия.

Основная задача учебной дисциплины (модуля) – освоение аспирантами теоретических и практических знаний в области общей биохимии и биохимии растений. Дисциплина (модуль) «Биохимия» в системе биологических наук изучает химический состав организмов и биохимические процессы, происходящие в процессе их жизнедеятельности. Излагаются современные сведения о строении и биологических функциях важнейших органических веществ. Аспиранты получают представление о механизмах ферментативных и биоэнергетических превращений в организмах. Рассматриваются также биохимические основы формирования качества и безопасности растительной продукции.

Общая трудоемкость учебной дисциплины (модуль) «Биохимия» составляет 3 зачетных ед., в объеме 108 часов.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью контрольных работ, коллоквиумов, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – кандидатского экзамена.

### **Ведущие преподаватели:**

Новиков Н.Н., доктор биологических наук, профессор кафедры агрономической, биологической химии и радиологии.

## **1. Цель и задачи дисциплины (модуля)**

Целью изучения дисциплины (модуля) 2.1.3 «Биохимия» является освоение аспирантами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области химического состава организмов, превращения веществ и энергии в живых организмах, познания биохимических основ формирования качества и безопасности продукции растительного, животного и микробиологического происхождения, ознакомление с биохимическими процессами, происходящими в ней при хранении и переработке.

Задачи дисциплины:

- формирование современных представлений о строении и биологических функциях важнейших органических веществ; механизмах ферментативных и биоэнергетических превращений в организмах; химическом составе сельскохозяйственной продукции и биохимических процессах, происходящих в ней при хранении и переработке;
- ознакомление с современными методами и достижениями биохимии;
- овладение навыками и умением прогнозировать направленность и интенсивность биохимических процессов в растительном организме на основе принципов биохимической энергетики и в зависимости от условий окружающей среды;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при обосновании изменения химического состава растительной продукции в зависимости от фазы развития, влагообеспеченности и режима питания растений, природно-климатических условий и приёмов агротехники, а также оценке качества и безопасности сельскохозяйственной продукции по биохимическим показателям.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее программа аспирантуры).**

Дисциплина (модуль) «Биохимия» входит в образовательный компонент структуры программы аспирантуры. Дисциплина «Биохимия» направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине «Биохимия») по научной специальности 1.5.4 Биохимия, соответствует требованиям программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, Учебному плану по программе аспирантуры, решению учебно-методической комиссии и Ученого совета института, отечественному и зарубежному опыту, учитывать следующие знания научных разделов: состав, строение и биологические функции основных органических веществ в организмах, механизмы биоэнергетических и ферментативных превращений этих ве-

ществ, биохимические основы формирования качества и безопасности растительной продукции.

Предшествующими курсами в магистратуре и специалитете, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются: «Неорганическая и аналитическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Органическая химия», «Ботаника», «Физиология растений», «Микробиология», «Генетика», «Растениеводство», «Агрохимия», «Система применения удобрений».

Особенностью дисциплины (модуля) «Биохимия» является её теоретическая и практико-ориентированная направленность. Аспирантам в области биологической химии необходимо знать молекулярные механизмы процессов жизнедеятельности организмов. Это предполагает знания принципов и методов прогнозирования направленности и интенсивности биохимических превращений в растительном организме в зависимости от природно-климатических условий, влагообеспеченности и режима питания сельскохозяйственных культур.

**3. Общая трудоемкость дисциплины (модуля)** составляет 3 зачетные единицы, 108 часов, из которых 29 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (14 часов занятия лекционного типа, 14 часов практические занятия), 79 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотношенные с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры**

Планируемый результат освоения дисциплины: готовность осуществлять научный анализ современных достижений в области биологической химии и прогнозировать ход биохимических процессов в растительном организме в зависимости от особенностей генотипа, природно-климатических условий и режима питания растений, а также применять теоретические сведения по биохимии при обосновании технологий выращивания сельскохозяйственных культур и оценке качества и безопасности растительной продукции.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью контрольных работ, коллоквиумов, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – кандидатского экзамена.



Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) 2.1.3 «Биохимия», соотношенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры

№ п/п	Результат освоения дисциплины	Знать	Уметь	Владеть
1	<p>способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области биологической химии</p>	<p>состав, строение, свойства и биологические функции основных групп органических веществ и их содержание в растительной продукции; современные сведения о ферментах и методах биохимии, принципы осуществления биохимических превращений в клетках организмов; биохимические процессы синтеза, превращений и распада органических веществ в организмах и молекулярные механизмы генетических процессов; параметры изменения химического состава растительной продукции в зависимости от генотипа, природно-климатических условий и режима питания растений; биохимические процессы при хранении и переработке растительной продукции.</p>	<p>проводить научный анализ современных достижений в области биологической химии; применять знания по биохимии для обоснования современных технологий выращивания сельскохозяйственных культур и приёмов регулирования влагообеспеченности и питания растений, оценки пищевой, кормовой ценности и безопасности растительной продукции и её пригодности для соответствующей переработки; прогнозировать изменения химического состава растительной продукции в зависимости от генотипа природно-климатических условий и режима питания растений; использовать биохимические показатели при оценке качества и безопасности растительной продукции.</p>	<p>владеть терминами и понятиями биохимии при анализе научной информации и оценке результатов исследований по биологической химии; при обосновании технологий выращивания сельскохозяйственной химии; при обосновании технологий выращивания сельскохозяйственных культур и применения удобрений, а также оценке качества и безопасности растительной продукции; методологией и методами биохимических исследований, а также навыками аналитической работы по определению биохимических показателей.</p>

## 5. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний и умений по дисциплинам предшествующих программ подготовки (специалитета, бакалавриата и магистратуры): основы ботаники, неорганической, органической, аналитической, физической и коллоидной химии, генетики, микробиологии, физиологии растений.

## 6. Формат обучения

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

## 7. Содержание дисциплины (модуля), виды учебных занятий и формы их проведения.

### 7.1. Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по видам работ

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

Таблица 2 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	зач. ед.	час.
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>0,78</b>	<b>28</b>
Лекции (Л)	0,39	14
Семинарские занятия (СЗ)	0,39	14
в т.ч. контактная работа в период аттестации		
<b>Самостоятельная работа (СРА)</b>	<b>2,19</b>	<b>79</b>
в том числе:		
самоподготовка к текущему контролю знаний	2,19	79
Вид контроля	<b>0,03</b>	<b>1</b>
	Кандидатский экзамен	

### 7.2. Содержание дисциплины (модуля)

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (модулей)	Всего, час.	Контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.
		Лекции	СЗ	Контроль	
Введение	0,9	0,2	0,2	-	0,5
Раздел 1. Состав, строение и биологические функции основных орга-	11,6	1,8	1,8	-	8

Наименование разделов и тем дисциплин (модулей)	Всего, час.	Контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.
		Лекции	СЗ	Контроль	
нических веществ					
Раздел 2. Биохимическая энергетика и ферменты	7,5	2	2	-	3,5
Раздел 3. Обмен углеводов, липидов и азотистых веществ	22	4	4	-	14
Раздел 4. Органические кислоты и вещества вторичного происхождения	7,5	2	2	-	3,5
Раздел 5. Взаимосвязь процессов обмена веществ в организме	5,5	1	1	-	3,5
Раздел 6. Биохимические основы формирования качества растительной продукции	11	2	2	-	7
Раздел 7. Биохимические процессы при хранении и переработке растительной продукции	5	1	1	-	3
Подготовка к кандидатскому экзамену	36	-	-	-	36
Контактная работа в период аттестации	1	-	-	1	-
<b>Итого по дисциплине (модулю)</b>	<b>108</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>79</b>

### Содержание дисциплины (модуля) Лекционные занятия

#### Введение

Объекты 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 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. Состав, строение и биологические функции основных органических веществ**

### **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, альдаровые 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,  $\beta$ -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 (фосфатидилэтанолламинов, 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, белки**

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

Строение, свойства и функции нуклеотидов. Состав важнейших пуриновых и пиримидиновых 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 плодово-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 авитаминозах. Механизм действия авитаминозов. 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 энтальпии, 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, гидролаз, лиаз, изомераз, лигаз и их участие в биохимических превращениях. Принципы регуляции ферментативных реакций. Аллостерические ферменты и их роль в обмене веществ организмов. Регуляция действия индуцибельных 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

Особенности ассимиляции диоксида углерода у  $C_3$ - и  $C_4$ - растений. Образование продуктов световой стадии фотосинтеза. Реакции цикла Кальвина и первичный синтез углеводов в растениях. Биохимический механизм дыхательных реакций, основные продукты гликолиза и цикла Кребса. Реакции окислительного фосфорилирования и их значение для энергетики растительного организма. Биохимические превращения, лежащие в основе фотодыхания.

Синтез и превращения моносахаридов (глюкозы, фруктозы, маннозы, галактозы, рибозы, ксилозы, арабинозы, эритрозы, глицеринового альдегида, диоксиацетона). Механизмы образования пентоз из гексоз. Пентозофосфатный цикл и его биологическая роль.

Биохимические реакции синтеза и распада сахарозы, крахмала, полифруктозидов, целлюлозы и гемицеллюлоз, пектиновых веществ. Ферменты, катализирующие синтез и распад олиго- и полисахаридов, и 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  $\alpha$ -окисления и  $\beta$ -окисления жирных кислот. Глиоксилатный цикл и его биологическая роль. Образование углеводов из продуктов глиоксилатного цикла. Характеристика ферментов, катализирующих синтез и превращения липидов. Особенности биodeградации 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. Превращение 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. Ассимиляция растениями амидной формы азота при некорневой подкормке. 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. Органические кислоты и вещества вторичного происхождения**

### **Тема 4.1. Органические кислоты**

Биохимическая характеристика важнейших органических кислот – муравьиной, уксусной, гликолевой, глиоксиловой, пропионовой, молочной, масляной, пировиноградной и оксипировиноградной, малоновой, янтарной, щавелевой, щавелевоуксусной,  $\alpha$ -кетоглутаровой, фумаровой, яблочной, лимонной и изолимонной, винной, салициловой, *цис*-аконитовой, глюконовой, глюкокуроновой, галактуроновой и др. Обмен органических кислот в растениях. Значение органических кислот в формировании качества растительной продукции и в пищевом производстве. Содержание органических кислот в овощах, картофеле и плодово-ягодной продукции. Влияние природно-климатических факторов и режима питания растений на накопление органических кислот в растительной продукции.

### **Тема 4.2. Вещества вторичного происхождения**

Общая характеристика вторичных метаболитов. Фенольные соединения и их функции в растительном организме. Важнейшие представители оксibenзойных и оксикоричных кислот и их производных, влияние этих веществ на формирование качества растительной продукции. Основные группы флавоноидных соединений – катехины, лейкоантоцианы, антоцианы, флаваноны, флавоны и флавонолы. Значение катехинов в формировании вкуса и цвета чая. Флавоноидные соединения, обладающие Р-витаминной активностью. Биохимические механизмы синтеза оксibenзойных, оксикоричных кислот и флавоноидных соединений.

Строение и свойства галловых, эллаговых и конденсированных форм дубильных веществ. Содержание дубильных веществ в растительной продукции. Состав и строение лигнина различных групп растений. Содержание лигнина в растениях и его влияние на питательные свойства растительной продукции. Состав растительных меланинов и возможные реакции их образования. Влияние меланинов на качество растительной продукции.



Терпеноидные соединения и их биологическая роль. Классификация терпеноидных соединений. Состав и свойства эфирных масел, их использование в производстве пищевых и парфюмерных продуктов. Содержание эфирных масел в плодах, овощах, эфирноносных растениях. Важнейшие представители алифатических и циклических монотерпенов и их производных – мирцен, линалоол, гераниол, цитронеллол,  $\alpha$ - и  $\beta$ -цитрали, ментол и карвон, лимонен,  $\alpha$ -терпинеол,  $\alpha$ -пинен, камфен, борнеол, камфора. Строение, свойства и биологические функции сесквитерпенов, дитерпенов, тритерпенов, тетратерпенов и политерпенов. Особенности химического состава растительных смол. Биосинтез терпеноидных соединений.

Строение, свойства и классификация алкалоидов. Значение алкалоидов в формировании качества растительной продукции. Биохимическая характеристика алкалоидов – производных пиридина, хинолина и изохинолина, индола, пурина, тропана, ароматических соединений. Изменение содержания алкалоидов в процессе роста и развития растений. Возможные механизмы синтеза алкалоидов в растениях.

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. Их содержание в растительных продуктах. Состав и строение гликоалкалоидов картофеля и других растений семейства паслёновых. Действие гликоалкалоидов на организм человека. Влияние природно-климатических факторов, орошения, режима питания растений на накопление алкалоидов и гликозидов в растительной продукции.

## **Раздел 5. Взаимосвязь процессов обмена веществ в организме**

Единство процессов обмена веществ в организме. Связь между процессами ассимиляции и диссимиляции. Ведущая роль белков и нуклеиновых кислот в обмене веществ организма. Взаимосвязь между обменом углеводов, липидов и азотистых веществ. Важная роль триозофосфатов, пировиноградной, щавелевоуксусной,  $\alpha$ -кетоглутаровой кислот и ацетилкофермента А во взаимопревращениях углеводов, липидов и аминокислот. Влияние на процессы обмена веществ организмов условий окружающей среды. Индукция и репрессия синтеза ферментов. Влияние природно-климатических факторов, орошения и режима питания растений на интенсивность синтеза азотистых веществ, углеводов и липидов в растительных продуктах.

## **Раздел 6. Биохимические основы формирования качества растительной продукции**

### **Тема 6.1. Формирование качества зерна злаковых, зернобобовых культур, семян масличных растений, клубней картофеля и корнеплодов**

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 клейко-



винных 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 суховежном 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.

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.

## **Тема 6.2. Формирование качества плодовоовощной продукции и зеленой массы кормовых трав**

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 7. Биохимические процессы при хранении и переработке растительной продукции

Роль ферментативных процессов при хранении и переработке пищевого сырья. Биохимические процессы при послеуборочном дозревании и хранении зерна, семян масличных растений, клубней картофеля и корнеплодов, овощной и плодово-ягодной продукции. Повреждение зерна при самосогревании, проращивании и нарушении режимов сушки. Прогоркание и кислотность зерна. Изменение содержания витаминов и органических кислот при хранении картофеля, овощей, плодов и ягод. Биохимические изменения в процессе гидротермической обработки зерна, стерилизации, замораживания и дефростации овощной и плодово-ягодной продукции. Биохимические процессы при образовании солода. Использование ферментов солода в производстве хлеба, патоки, технологиях брожения, при осветлении вин и плодово-ягодных соков, переработке плодово-овощной продукции.

### Содержание практических занятий по дисциплине и контрольных мероприятий

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	№ и название семинарских занятий	Вид контрольного мероприятия	Количество академических часов
1	<b>Раздел 1. Введение. Строение, свойства и биологические функции основных органических веществ</b>		<b>Коллоквиум</b>	<b>2</b>
2	Тема 1.1. Углеводы	Семинарское занятие 1. Введение. Строение, свойства и биологические функции углеводов	Контрольная работа	0,5
3	Тема 1.2. Липиды	Семинарское занятие 2. Строение, свойства и биологические функции липидов	Контрольная работа	0,5
4	Тема 1.3. Аминокислоты, нуклеотиды, белки	Семинарское занятие 3. Строение, свойства и биологические функции аминокислот, нуклеотидов, белков	Контрольная работа	0,5
5	Тема 1.4. Витамины	Семинарское занятие 4. Биохимическая характеристика витаминов	Контрольная работа	0,5
6	<b>Раздел 2. Биохимическая энергетика и ферменты</b>		<b>Коллоквиум</b>	<b>2</b>
7	Тема 2.1. Биохимическая энергетика	Семинарское занятие 5. Основы биохимической энергетики	Контрольная работа	1
8	Тема 2.2. Биохимия ферментов	Семинарское занятие 6. Классификация, свойства	Контрольная работа	1

		и основные группы ферментов		
9	<b>Раздел 3. Обмен углеводов, липидов и азотистых веществ</b>		<b>Коллоквиум</b>	<b>4</b>
10	Тема 3.1. Обмен углеводов	Семинарское занятие 7. Биохимия фотосинтеза и дыхания. Синтез, распад и превращения углеводов	Контрольная работа	1,5
11	Тема 3.2. Обмен липидов	Семинарское занятие 8. Синтез, распад и превращения липидов	Контрольная работа	1
12	Тема 3.3. Обмен азотистых веществ	Семинарское занятие 9. Синтез, распад и превращения азотистых веществ	Контрольная работа	1,5
13	<b>Раздел 4. Органические кислоты и вещества вторичного происхождения</b>		<b>Коллоквиум</b>	<b>2</b>
14	Тема 4.1. Органические кислоты	Семинарское занятие 10. Биохимическая характеристика органических кислот	Контрольная работа	0,5
15	Тема 4.2. Вещества вторичного происхождения	Семинарское занятие 11. Биохимическая характеристика вторичных метаболитов	Контрольная работа	1,5
16	<b>Раздел 5. Взаимосвязь процессов обмена веществ в организме</b>	Семинарское занятие 12.	<b>Коллоквиум</b>	<b>1</b>
17	<b>Раздел 6. Биохимические основы формирования качества растительной продукции</b>		<b>Коллоквиум</b>	<b>2</b>
18	Тема 6.1. Формирование качества зерна злаковых, зернобобовых культур, семян масличных растений, картофеля и корнеплодов	Семинарское занятие 13.	Контрольная работа	1
19	Тема 6.2. Формирование качества плодовоовощной продукции и зеленой массы кормовых трав	Семинарское занятие 14.	Контрольная работа	1
20	<b>Раздел 7. Биохимические процессы при хранении и переработке растительной продукции</b>	Семинарское занятие 15	<b>Коллоквиум</b>	<b>1</b>
<b>Итого по дисциплине (модулю)</b>				<b>14</b>

### 7.3. Образовательные технологии

Общее количество часов аудиторных занятий, проведённых с применением активных и интерактивных образовательных технологий составляет 15 часов (51,7 % от общей аудиторной трудоемкости дисциплины).

Таблица 4 – Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Кол-во часов
1	Биохимическая энергетика и ферменты	Л	Авторская лекция на основе современных научных достижений	2
2	Взаимосвязь процессов обмена веществ в организме	Л	Авторская лекция на основе современных научных достижений	1
3	Биохимические основы формирования качества растительной продукции	Л	Авторская лекция на основе современных научных достижений	2
4	Биохимическая энергетика и ферменты	ПЗ	Групповая дискуссия	2
5	Обмен углеводов, липидов и азотистых веществ	ПЗ	Семинар в диалоговом режиме	4
6	Органические кислоты и вещества вторичного происхождения	ПЗ	Групповая дискуссия	2
7	Биохимические основы формирования качества растительной продукции	ПЗ	Семинар в диалоговом режиме	2
Всего (Лекции – 5 часов, практические занятия – 10 часов)				15

**8. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов по дисциплине (модулю):**

**8.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля) Биохимия**

Таблица 5 – Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
<b>Введение</b>			<b>0,5</b>
<b>Раздел 1. Состав, строение и биологические функции основных органических веществ</b>			<b>8</b>
1.	Тема 1.1	Строение, свойства и биологические функции моносахаридов, олигосахаридов и полисахаридов. Их содержание в растительной продукции.	2
2.	Тема 1.2	Строение, свойства и биологические функции жиров, фосфолипидов, гликолипидов, восков, стероидных липидов. Значение липидов в формировании качества растительной продукции.	2
3.	Тема 1.3	Строение, свойства и биологические функции аминокислот, нуклеотидов, белков. Их содержание в растительной продукции и значение в формировании её качества.	2
4.	Тема 1.4	Биохимическая характеристика витаминов и их содержание в растительной продукции. Современные сведения об авитаминозах.	2
<b>Раздел 2. Биохимическая энергетика и ферменты</b>			<b>3,5</b>



№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
5.	Тема 2.1	Использование термодинамических функций для характеристики биоэнергетических превращений в организмах. Макроэргические соединения и их участие в реакциях сопряжённого синтеза веществ. Механизмы образования АТФ и других макроэргических соединений.	1,5
6.	Тема 2.2	Строение и механизм действия ферментов. Биологическая роль изоферментов. Влияние температуры, рН среды, концентрации субстратов, активаторов и ингибиторов на активность ферментов. Локализация ферментов и принципы регуляции ферментативных реакций. Классификация и характеристика основных групп ферментов.	2
<b>Раздел 3. Обмен углеводов, липидов и азотистых веществ</b>			<b>14</b>
7.	Тема 3.1	Биохимия световой и темновой стадий фотосинтеза. Особенности ассимиляции CO <sub>2</sub> у C <sub>3</sub> -и C <sub>4</sub> -растений. Биохимические реакции аэробного и анаэробного дыхания. Механизмы фотосинтетического и окислительного фосфорилирования. Синтез и распад моносахаридов, олигосахаридов и полисахаридов.	6
8.	Тема 3.2	Биохимические процессы синтеза и распада глицерина, жирных кислот, ацилглицеринов жира, фосфолипидов, гликолипидов и стероидных липидов. Превращение в растениях жирных кислот в углеводы.	4
9.	Тема 3.3	Обмен аминокислот. Механизмы связывания аммонийного азота. Биохимические реакции восстановления нитратов и азотфиксации. Строение ДНК и РНК и молекулярные механизмы генетических процессов. Синтез и распад нуклеотидов и белков.	4
<b>Раздел 4. Органические кислоты и вещества вторичного происхождения</b>			<b>3,5</b>
10.	Тема 4.1	Биохимическая характеристика основных групп органических кислот. Биосинтез и накопление органических кислот в растительной продукции.	1,5
11.	Тема 4.2	Характеристика важнейших групп веществ вторичного происхождения – фенольных и терпеноидных соединений, алкалоидов и гликозидов. Особенности синтеза вторичных метаболитов растений и их содержание в растительной продукции.	2
<b>Раздел 5. Взаимосвязь процессов обмена веществ в организме</b>			<b>3,5</b>
12.	Тема 5.1	Связь между процессами ассимиляции и диссимиляции. Взаимосвязь между обменом углеводов, липидов и азотистых веществ. Влияние на процессы обмена веществ организмов условий окружающей среды. Индукция и репрессия синтеза ферментов.	3,5
<b>Раздел 6. Биохимические основы формирования качества растительной продукции</b>			<b>7</b>
13.	Тема 6.1	Формирование качества зерна злаковых и зернобобовых культур, семян масличных растений, клубней	4

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
		картофеля и корнеплодов	
14	Тема 6.2	Формирование качества плодовоовощной продукции и вегетативной массы кормовых трав.	3
<b>Раздел 7. Биохимические процессы при хранении и переработке растительной продукции</b>			<b>3</b>
14.	Тема 7.1	Биохимические процессы при послеуборочном дозревании и хранении зерна, семян масличных растений, клубней картофеля и корнеплодов, овощной и плодово-ягодной продукции. Биохимические изменения в процессе гидротермической обработки зерна, стерилизации, замораживания и дефростации овощной и плодово-ягодной продукции. Использование ферментов в производстве патоки, технологиях брожения, при осветлении вин и плодово-ягодных соков, переработке плодовоовощной продукции.	3
<b>Подготовка к кандидатскому экзамену</b>			<b>36</b>
<b>ВСЕГО</b>			<b>79</b>

### Задания к контрольным работам по учебной дисциплине (модулю)

#### Введение

Указать объекты и методы биохимии, применение достижений биохимии в промышленности, медицине, сельском хозяйстве.

Изложить историю развития и основные направления современной биохимии, её связь с другими науками.

Объяснить значение биохимии в изучении химического состава растений и получении высококачественной, экологически чистой растительной продукции.

#### Раздел 1

##### Тема 1.1

Написать структурные формулы глицеринового альдегида, диоксиацетона, эритрозы, рибозы, дезоксирибозы, ксилозы, арабинозы, глюкозы, маннозы, фруктозы, галактозы. Указать асимметрические атомы углерода в их молекулах.

Записать строение D- и L-форм глицеринового альдегида, эритрозы, рибозы, дезоксирибозы, ксилозы, арабинозы, глюкозы, маннозы, фруктозы, галактозы с использованием формул Фишера и Хеуорса.

Записать строение  $\alpha$ - и  $\beta$ -изомеров рибозы, дезоксирибозы, ксилозы, арабинозы, глюкозы, маннозы, фруктозы, галактозы с использованием формул Фишера и Хеуорса.

Записать строение фуранозных форм рибозы, дезоксирибозы, арабинозы и фруктозы, а также строение пиранозных форм ксилозы, глюкозы, маннозы и галактозы.

Записать с использованием формул Хеуорса строение фосфорнокислых эфиров моносахаридов: 3-фосфоглицеринового альдегида, фосфодиоксиаце-

тона, эритрозо-4-фосфата, рибозо-5-фосфата, рибулозо-1,5-дифосфата, ксилулозо-5-фосфата, глюкозо-6-фосфата, глюкозо-1-фосфата, фруктозо-6-фосфата, фруктозо-1,6-дифосфата, маннозо-6-фосфата, галактозо-1-фосфата, седогептулозо-7-фосфата.

Записать с использованием формул Хеуорса строение  $\alpha$ - и  $\beta$ -изомеров глюкоуроновой и галактуоновой кислот.

Написать структурные формулы спиртов, образующихся из глицеринового альдегида, рибозы, глюкозы и фруктозы, маннозы, галактозы.

Написать структурные формулы альдоновых и альдаровых кислот, образующихся из глюкозы, маннозы и галактозы.

Записать с использованием формул Хеуорса строение аминопроизводных глюкозы и галактозы.

Записать строение гликозидов, образующихся из  $\beta$ -глюкозы при её соединении с фенолом, этиловым спиртом, бензойным альдегидом.

Записать с использованием формул Хеуорса строение сахарозы, мальтозы, целлобиозы,  $\beta$ -левулина.

Показать на конкретных примерах, как образуются связи между остатками моносахаридов в молекулах амилозы, амилопектина, целлюлозы, полифруктозидов.

Показать на конкретных примерах, как образуются связи между остатками моносахаридов в молекулах маннанов, галактанов, ксиланов, арабанов, пектиновых веществ.

Указать строение и биологические функции углеводов, образующихся с участием  $\alpha$ -D-глюкозы,  $\beta$ -D-глюкозы и  $\beta$ -D-фруктозы.

Указать строение и биологические функции углеводов, образующихся из пентоз.

Сравнить соотношение амилозы и амилопектина в различных растительных продуктах – зерне злаковых и зернобобовых культур, семенах масличных растений, картофеле, корнеплодах, овощах, плодах и ягодах, вегетативной массе кормовых трав.

Сравнить содержание сахаров, целлюлозы, крахмала, гемицеллюлоз, пектиновых веществ в зерне злаковых культур и картофеле.

Сравнить содержание сахаров, целлюлозы, крахмала, гемицеллюлоз, пектиновых веществ в зерне зернобобовых культур и корнеплодах.

Сравнить содержание сахаров, целлюлозы, крахмала, гемицеллюлоз, пектиновых веществ в семенах масличных растений и овощах.

Сравнить содержание сахаров, целлюлозы, крахмала, гемицеллюлоз, пектиновых веществ в вегетативной массе кормовых трав и овощах.

Сравнить содержание сахаров, целлюлозы, крахмала, гемицеллюлоз, пектиновых веществ в зерне злаковых культур и плодово-ягодной продукции.

Указать, в каких растительных продуктах содержится много слизи и как слизи влияют на качество растительной продукции.

Указать, как различаются по сладости различные сахара и их производные – глюкоза, фруктоза, мальтоза, маннит, сорбит, ксилит, сахароза.

Объяснить, как влияют пектиновые вещества на качество и технологические свойства растительной продукции.



Сравнить по усвояемости в организме человека различные моносахариды, олигосахариды, полисахариды и производные моносахаридов.

Объяснить, как влияют на качество растительной продукции сахара, сахароза, мальтоза, крахмал, полифруктозиды, гемицеллюлозы, клетчатка, слизи.

Записать строение  $\alpha$ - и  $\beta$ -изомеров глюкозо-6-фосфата, фруктозо-1,6-дифосфата, арабинозо-5-фосфата, 6-метилглюкуроновой кислоты, 2-дезоксирибозы, 2-аминоманнозы, гликозида, образованного из галактозы и бензойного альдегида. Объяснить структурные различия между ними.

### Тема 1.2

Записать строение ацилглицеринов: триолеина, олеинодилинолеина, пальмитиностеаринолинолеина, дипальмитиноолеина, стеариноолеинолинолеина, пальмитинодилинолеина.

Записать строение полиненасыщенных жирных кислот,  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 ненасыщенных жирных кислот.

Написать структурные формулы фосфатидных кислот, фосфатидилэтанолamines, фосфатидилхолинов, фосфатидилсеринов, фосфатидилглицеринов, фосфатидилмиоинозитов.

Записать строение моногалактозил- и дигалактозилглицолипидов, сульфоглюкозилглицолипидов.

Записать строение эргостерола, ситостерола и холестерина.

Сравнить числа жиров у следующих ацилглицеринов: триолеина, пальмитиноолеинолинолеина и дипальмитинолинолеина.

Оценить питательные и технические свойства двух жиров, один из которых имеет йодное число 110, а другой – 150.

Оценить питательные и технические свойства двух жиров, один из которых имеет число омыления 170, кислотное число 1,2, а другой число омыления – 220, кислотное число 1,5.

Оценить питательные и технические свойства растительных масел, имеющих разное содержание жирных кислот. В одном из масел содержится 20% линоленовой кислоты, 30% линолевой кислоты, 40% олеиновой кислоты и 10% пальмитиновой кислоты. В другом масле содержится 10% пальмитиновой кислоты, 5% стеариновой кислоты, 25% линолевой кислоты, 5% линоленовой кислоты и 55% олеиновой кислоты.

В растительном масле содержится 0,5% свободных жирных кислот. Оценить питательные свойства данного масла.

Определить, к какой группе по высыхаемости относится растительное масло, имеющее йодное число 70, а число омыления 230.

Записать строение сложных эфиров воска, образующихся из цетилового спирта и карнаубовой кислоты, мирицилового спирта и церотиновой кислоты, церилового спирта и монтановой кислоты.

Указать содержание сырого жира в семенах масличных растений (подсолнечник, лён, конопля, горчица, рапс, клещевина, мак, соя), зерне злаковых и зернобобовых культур, картофеле, корнеплодах, овощах, плодах и ягодах, кормовых травах.

Объяснить, как можно предохранить растительное масло от прогоркания. Почему после кипячения растительное масло дольше сохраняется?



Указать различия по составу жирных кислот твёрдых и жидких жиров, невысыхающих и слабо высыхающих растительных масел.

Сравнить свойства растительных масел, полученных из вызревших, незрелых и прорастающих семян.

Оценить свойства жира, с 10 г которого связывается 16 г йода, а на нейтрализацию 10 г жира затрачивается 15 мг гидроксида калия.

Даны три жира, имеющие йодные числа 160, 130 и 90. Оценить питательную и техническую ценность указанных жиров и дать соответствующее биохимическое объяснение.

Три образца жира хранили в одинаковых условиях. Через некоторое время определили, что у одного из них кислотное число возросло в 5 раз, у другого в 1,5 раза, а у третьего не изменилось. Объяснить возможные причины указанных явлений.

Даны три ацилглицерина: пальмитиностеаринолинолеин, пальмитинодиолеин и стеариноолеинолинолеин. Сравнить числа этих жиров и дать соответствующее биохимическое объяснение.

Записать строение липидов, образованных:

из глицерина, пальмитиновой, линолевой и линоленовой кислот;

из глицерина, стеариновой, олеиновой и ортофосфорной кислот, а также этаноламина;

из глицерина, пальмитиновой и линоленовой кислот, а также галактозы;

мирицилового спирта и карнаубовой кислоты;

из глицерина, стеариновой, олеиновой и ортофосфорной кислот.

Назвать указанные липиды по принятой классификации и объяснить их функции в растительном организме.

### Тема 1.3

Полноценные и неполноценные белки. Пути улучшения биологической ценности растительных белков. Объяснить и показать на примерах.

Записать строение участка полипептидной цепи, включающего последовательность аминокислот:  $\alpha$ -аланин (на N-конце), пролин, глутаминовая кислота, лизин, глицин, триптофан (на C-конце). Указать тип вторичной структуры на этом участке и объяснить.

Указать и объяснить зависимость вторичной, третичной и четвертичной структуры белков от их первичной структуры. Обосновать важное биологическое значение такой зависимости.

Оценить биологическую ценность двух кормовых белковых препаратов: в одном из них содержится 10% альбуминов, 15% глобулинов, 50% проламинов и 25% глютелинов; в другом – 20% альбуминов, 15% глютелинов и 65% глобулинов. Дать соответствующее биохимическое объяснение.

Записать структурные формулы моноаминомонокарбоновых кислот с алифатическим радикалом. Указать их биологическое значение.

Записать структурные формулы моноаминомонокарбоновых кислот с ароматическим и гетероциклическим радикалом. Указать их биологическое значение.

Записать строение амидов аминокислот (аспарагина и глутамина) и структурные формулы иминокислот пролина и оксипролина. Указать их биологическое значение.

Написать структурные формулы незаменимых аминокислот и обосновать их биологическое значение.

Указать на примере  $\alpha$ -аминокислот, в какой форме находятся аминокислоты в физиологической среде. Записать реакции аминокислот с кислотами и основаниями.

Записать строение D- и L-форм протеиногенных аминокислот. Дать объяснение, как определяется принадлежность аминокислот к D- или L-стереохимическому ряду.

Записать строение пуриновых и пиримидиновых оснований, входящих в состав нуклеотидов.

Записать строение рибонуклеозидов и дезоксирибонуклеозидов, образуемых аденином, гуанином, цитозином, тиминем и урацилом.

Записать строение рибонуклеотидов и дезоксирибонуклеотидов, образуемых аденином, гуанином, цитозином, тиминем и урацилом. Указать названия этих нуклеотидов.

На примере адениловой, гуаниловой, уридилловой, цитидиловой, дезоксиадениловой, дезоксигуаниловой, дезоксицитидиловой и дезокситимидиловой кислот показать особенности пространственного строения *син*- и *анти*-конфигураций нуклеотидов.

Записать строение нуклеозидполифосфатов: АТФ, АДФ, ГТФ, ГДФ, ЦТФ, ЦДФ, УТФ, УДФ, дАТФ, дГТФ, дЦТФ, дГДФ.

В тканях растения обнаружена повышенная концентрация свободных аминокислот. Исходя из этого дать характеристику биохимических процессов в растении.

В тканях растения повышена концентрация пролина. Дать характеристику биохимических процессов в растении.

В тканях растения повышена концентрация амидов аспарагина и глутамина. Дать характеристику биохимических процессов в растении.

В тканях растения повышена концентрация свободных нуклеотидов. Дать характеристику биохимических процессов в растении.

Записать строение пептида, образующегося в результате последовательного присоединения пептидными связями к серину остатков цистеина, глутаминовой кислоты, аргинина и триптофана.

Записать первичную структуру участка полипептидной цепи, образованного путём последовательного присоединения аминокислот: метионина, лизина, пролина, аспарагиновой кислоты, гистидина. На N-конце этого участка находится остаток метионина, а на C-конце – остаток гистидина. Дать описание возможной вторичной структуры на данном участке полипептидной цепи.

Объяснить, как происходит формирование нативной конформации белковых молекул в физиологической среде. Дать определение нативной конформации белков.

Указать разновидности вторичной структуры белков. Показать зависимость вторичной структуры белков от первичной структуры.

Один из участков полипептидной цепи имеет последовательность аминокислотных остатков, включающую остатки аланина, валина, серина, аспарагиновой кислоты, глутаминовой кислоты, метионина, глицина, гистидина. Определить возможный вариант вторичной структуры на данном участке полипептидной цепи.

Указать основные факторы, от которых зависит формирование третичной структуры белковых полипептидов. Дать определение третичной структуры белков.

Указать основные факторы, определяющие формирование четвертичной структуры белков.

Показать зависимость третичной и четвертичной структуры белков от первичной структуры.

Объяснить, как образуются множественные молекулярные формы белков. Показать это на примере белков, молекулы которых состоят из четырёх полипептидных субъединиц двух типов А и Б. При этом необходимо учитывать, что молекула белка может формироваться как из одинаковых субъединиц, так и разных.

Указать, какие множественные молекулярные формы белков образуются, если состав молекулы формируется из шести полипептидных субъединиц трёх типов А, Б и В. При этом в состав молекулы могут входить как одинаковые, так и разные субъединицы.

Белок растворили в воде и методом электрофореза определили его молекулярную массу, которая была равна 180 000. Затем в раствор белка добавили мочевины до концентрации 12 моль на 1 литр и белки снова подвергли электрофоретическому разделению. После их электрофоретического разделения было выявлено два типа полипептидных компонентов, имеющих молекулярную массу 30 000 и 60 000. Дать объяснение, что произошло с белком при добавлении в раствор мочевины и указать полипептидный состав данного белка.

Указать механизм денатурации белков при термической обработке, создании сильно кислой и сильно щелочной среды, под действием спирта или ацетона, катионов тяжёлых металлов.

Указать, какими методами определяются молекулярные массы белков. Объяснить использование единицы Сведберга для характеристики молекулярной массы белков.

Объяснить принципы классификации белков. Назвать примеры конкретных белков, относящихся к разным классификационным группам.

Определить биологическую ценность белка, у которого содержание лизина в два раза ниже принятой нормы, содержание триптофана составляет 70% от нормы, а концентрация других незаменимых аминокислот соответствует принятой норме (эталоноу ФАО).

Определить биологическую ценность белка, используемого для кормления крупного рогатого скота, если в его составе содержится 2% лизина, 1,5% триптофана, 1,2% метионина, 3,1% треонина, 4% валина, 5% лейцина, 4% изолейцина, 3,5% фенилаланина.



Определить дефицит лизина в зерне кукурузы, в котором содержится 8% белков с концентрацией лизина 2,1%, если по нормам кормления в 1 кг корма должно содержаться 110 г полноценного белка с содержанием лизина 4,2%.

Определить, сколько нужно добавить кормового препарата лизина для балансирования корма по содержанию этой незаменимой аминокислоты, если в данном корме содержится 10% белка с концентрацией лизина 2,5%, а по нормам кормления в 1 кг корма должно содержаться 120 г полноценного белка с концентрацией лизина 4,2%. Содержание лизина в кормовом препарате составляет 20%.

Сравнить биологическую ценность белков пшеницы и картофеля, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков ржи и кормовой свёклы, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков ячменя и гороха, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков сои и кукурузы, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков пшеницы и подсолнечника, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков пшеницы и капусты, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков пшеницы и томатов, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков пшеницы и перца, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков пшеницы и яблок, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков пшеницы и кабачков, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков пшеницы и винограда, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков ячменя и вегетативной массы люцерны, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков овса и вегетативной массы тимфеевки, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков ячменя и зелёной массы кукурузы, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность альбуминов и глобулинов, используя средние данные их аминокислотного состава.

Сравнить биологическую ценность альбуминов и проламинов, используя средние данные их аминокислотного состава.

Сравнить биологическую ценность альбуминов и глютелинов, используя средние данные их аминокислотного состава.

Сравнить биологическую ценность глобулинов и проламинов, используя средние данные их аминокислотного состава.

Сравнить биологическую ценность глобулинов и глютелинов, используя средние данные их аминокислотного состава.

Сравнить биологическую ценность проламинов и глютелинов, используя средние данные их аминокислотного состава.

Сравнить биологическую ценность белков картофеля и моркови, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков огурца и семян подсолнечника, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков зелёной массы клевера и зелёной массы кукурузы, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков зелёного лука и ржи, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

Сравнить биологическую ценность белков яблок и зерна кукурузы, используя средние данные по содержанию альбуминов, глобулинов, проламинов и глютелинов.

#### **Тема 1.4**

Объяснить, какие вещества относят к витаминам. Показать это на примере витамина, который был первым открыт в конце 19 века.

Указать, какие витамины и по какому механизму образуются из провитаминов, содержащихся в растительных продуктах.

На основе знаний о витаминах объяснить, какие наблюдаются отклонения в обмене веществ организма, если из питания людей исключить пищевые продукты, полученные из зерна.

На основе знаний о витаминах объяснить, какие наблюдаются отклонения в обмене веществ организма, если из питания людей исключить овощи или пищевые продукты, полученные из овощей.

На основе знаний о витаминах объяснить, какие наблюдаются отклонения в обмене веществ организма, если из питания людей исключить плоды и ягоды или пищевые продукты, полученные из плодов и ягод.

На основе знаний о витаминах объяснить, какие наблюдаются отклонения в обмене веществ организма, если в питании людей преобладают пищевые продукты, полученные из зерна кукурузы.

На основе знаний о витаминах дать рекомендации по кормлению животных в условиях приполярных широт.

Животных длительное время кормили кормом из кукурузной муки и картофеля. На основе знаний о витаминах дать прогноз о состоянии животных.

Одну группу животных длительное время кормили кормом из зерна, а другую высушенной вегетативной массой растений. На основе знаний о витаминах дать прогноз о состоянии животных.

В зимний период у животных наблюдается ослабление окислительно-восстановительных процессов в организме. На основе знаний о витаминах дать рекомендации по улучшению кормления животных.

В зимний период у животных наблюдается ослабление биохимических процессов карбоксилирования в организме. На основе знаний о витаминах дать рекомендации по улучшению кормления животных.

В зимний период у животных наблюдается ослабление химических процессов декарбоксилирования в организме. На основе знаний о витаминах дать рекомендации по улучшению кормления животных.

В зимний период у людей наблюдается ослабление биохимических процессов аминокислотного обмена в организме. На основе знаний о витаминах дать рекомендации по улучшению питания.

В зимний период у людей наблюдается ослабление биохимических процессов липидного обмена в организме. На основе знаний о витаминах дать рекомендации по улучшению питания.

В зимний период у людей наблюдается ослабление биохимических процессов в слизистых оболочках пищеварительной системы. На основе знаний о витаминах дать рекомендации по улучшению питания.

Группа людей длительное время находилась в экстремальных условиях и вынуждена была питаться только мясом. На основе знаний о витаминах дать прогноз их состояния.

Группа людей длительное время находилась в экстремальных условиях и вынуждена была питаться только дикой растительной пищей. На основе знаний о витаминах дать прогноз их состояния.

Группа людей длительное время находилась в экстремальных условиях и вынуждена была питаться только хлебом. На основе знаний о витаминах дать прогноз их состояния.

Группа людей длительное время находилась в экстремальных условиях и вынуждена была питаться только картофелем. На основе знаний о витаминах дать прогноз их состояния.

Группа людей длительное время находилась в экстремальных условиях и вынуждена была питаться только продуктами из зерна. На основе знаний о витаминах дать прогноз их состояния.

Объяснить, почему синтетические препараты обладают более слабой витаминной активностью.



На основе знаний о витаминах объяснить, почему большинство растительных продуктов перед употреблением в пищу варят.

Объяснить, почему при употреблении в пищу некоторых растительных продуктов наблюдается авитаминоз по определённым витаминам, хотя эти витамины содержатся в указанных растительных продуктах.

В почвах данного региона очень мало содержится кобальта. На основе знаний о витаминах дать прогноз состояния сельскохозяйственных животных, которые питаются в основном пастбищными кормами.

Сено длительное время высушивалось в полевых условиях и подвергалось воздействию влаги и солнечных лучей. На основе знаний о витаминах дать оценку качества данного вида растительной продукции.

Кормовые травы выращивали в условиях дефицита азота. На основе знаний о витаминах дать оценку качества данного вида растительной продукции.

Ягодную продукцию выращивали в условиях дефицита фосфора. На основе знаний о витаминах дать оценку качества полученных ягод.

Овощные растения выращивали в условиях дефицита серы. На основе знаний о витаминах дать оценку питательных свойств полученных овощей.

## Раздел 2

### Тема 2.1

В ходе биохимического процесса происходило многоэтапное превращение исходного вещества в конечный продукт. На первом этапе происходило выделение 20 кДж энергии в окружающую среду, на втором этапе поглощение 30 кДж энергии из окружающей среды, на третьем этапе биохимическая система снова поглощала 5 кДж энергии, а на четвёртом этапе выделяла 10 кДж энергии в окружающую среду. Определить общее изменение внутренней энергии биохимической системы в ходе четырёхэтапного превращения веществ.

Определить изменение внутренней энергии в биохимической системе в ходе анаэробного окисления фруктозы в глицериновую кислоту, используя сведения о теплоте сгорания веществ.

Определить изменение внутренней энергии системы при окислении глицериновой кислоты в пировиноградную кислоту.

Привести примеры экзотермической и эндотермической реакций и рассчитать в этих реакциях изменение энтальпии.

На основе сведений об изменении энтальпии оценить тепловой эффект в реакции превращения глюкозы в этиловый спирт при спиртовом брожении.

Рассчитать изменение энтальпии в ходе синтеза глюкозы из углекислого газа и воды в фотосинтезирующих клетках растений.

Показать на конкретных примерах, как можно использовать сведения об изменении энтальпии для характеристики энергетических превращений в ходе биохимических реакций.

В ходе самопроизвольного биохимического превращения произошло уменьшение энтропии на 30 Дж/моль·К. Оценить изменение энтропии в окружающей среде.

Определить изменение энтропии биохимической системы в ходе превращения глицеринового альдегида в глицериновую кислоту.

Оценить возможность самопроизвольного превращения веществ в организмах, в ходе которого происходит уменьшение энтропии в биохимической системе.

Объяснить, чем отличаются от всех других веществ макроэргические соединения и какие функции они выполняют в организмах.

Записать строение АТФ, ГТФ, ЦТФ, УТФ и показать их участие в биохимических превращениях.

Записать строение фосфоенолпировиноградной кислоты, 1,3-дифосфоглицериновой кислоты, ацетилкофермента А и показать их участие в биохимических превращениях.

Объяснить, какое значение имеют макроэргические соединения для осуществления биоэнергетического сопряжения анаболических и катаболических процессов.

Объяснить механизм сопряжённого синтеза веществ и показать участие макроэргических соединений в реакциях сопряжённого синтеза веществ.

Указать основные пути синтеза АТФ в растительных организмах. Показать биоэнергетические изменения в ходе синтеза АТФ.

Привести примеры экзергонических и эндергонических реакций. Рассчитать изменение свободной энергии в ходе этих реакций.

При осуществлении биохимической реакции в стандартных условиях произошло уменьшение энтальпии системы на 40 кДж и увеличение энтропии на 15 кДж. Оценить возможность самопроизвольного осуществления данной реакции.

В ходе обратимой биохимической реакции установились равновесные концентрации реагирующих веществ А (5 ммоль/л) и Б (8 ммоль/л), а также продуктов реакции С (20 ммоль/л) и Д (36 ммоль/л). Определить изменение свободной энергии в этой реакции.

Определить изменение свободной энергии при окислении кислородом 3 молей восстановленной формы кофермента Q.

Определить изменение свободной энергии биохимического продукта, если его концентрация в физиологической среде возросла на 0,005 моль/л, а температура понизилась на 10 градусов по шкале абсолютных температур. Стандартная свободная энергия образования этого вещества составляет 30,6 кДж/моль.

Оценить возможность сопряжённого синтеза, если изменение свободной энергии в экзергонической реакции 20 кДж/моль, а в эндергонической реакции 15 кДж/моль.

Указать изменение свободной энергии в ходе гидролиза АТФ по первой и второй макроэргической связи, а также в ходе синтеза АТФ из АДФ и неорганического фосфата.

Записать реакции сопряжённого синтеза аспарагина из аспарагиновой кислоты и аммиака, ацетилкофермента А из уксусной кислоты и кофермента А. Указать изменение свободной энергии в ходе этих реакций.

Указать направление переноса электронов по электронтранспортной цепи, включающей ФАД, цитохром *c*, цитохром *b*, цитохром *a*.

## Тема 2.2

Используя сведения об энергии активации веществ, покажите как происходит ускорение биохимических превращений с участием ферментов.

Обосновать специфичность действия ферментов в соответствии с гипотезами «ключа и замка» и «индуцированного соответствия». Записать примеры биохимических реакций.

Указать функциональные группы аминокислотных радикалов в составе белков, которые участвуют в построении каталитического центра фермента. Объяснить, как они действуют на молекулу субстрата.

Объяснить биологическое значение показателя «период полужизни ферментов».

Объяснить значение коферментов в осуществлении каталитического действия ферментных молекул. Указать, как образуются коферментные группировки ферментов.

Показать строение и особенности действия коферментов, связанных лабильными связями с молекулами ферментных белков. Записать примеры биохимических реакций, катализируемых ферментами, которые имеют такие коферменты.

Показать строение и особенности действия коферментов, связанных прочными связями с молекулами ферментных белков. Записать примеры биохимических реакций, катализируемых ферментами, которые имеют такие коферменты.

На примере олигомерных белков показать возможность образования изоферментов, которые различаются по первичной структуре ферментных белков и физико-химическим свойствам, но катализируют одну и ту же химическую реакцию и имеют одинаковое строение каталитического центра.

На конкретных примерах объяснить биологическую роль изоферментов (осуществление специфичности обмена веществ у разных генотипов или в разных органах и тканях одного и того же организма, адаптация к изменению условий окружающей среды).

Рассчитать общую активность фермента и выразить её в каталах (или микрокаталах), если известно, что за 20 минут произошло превращение в продукты реакции под действием фермента 100 г субстрата, имеющего молекулярную массу 60.

Рассчитать удельную активность фермента уреазы, под действием которой за 30 минут произошло гидролитическое разложение 120 г мочевины. В физиологической среде содержалось 100 мг фермента.

Рассчитать молярную активность фермента, под действием которого происходит превращение субстрата со скоростью 0.5 моля в минуту. Молекулярная масса фермента – 60 000, а его количество в физиологической среде – 50 мг.

Указать температурные оптимумы растительных ферментов. Объяснить какими факторами они определяются.

Объяснить влияние концентрации ионов водорода на каталитические свойства ферментов. Указать, какое значение имеет оптимум рН для проявления каталитических свойств изоферментов.



Рассчитать скорость ферментативной реакции при концентрации субстрата 1,5 моль/л, если константа Михаэлиса фермента составляет 0,5, а максимальная скорость ферментативной реакции при данном количестве фермента – 3 моль/л·с.

Объяснить действие активаторов ферментов, которые активируют группировки каталитического центра фермента или молекулу субстрата, формируют оптимальную пространственную структуру молекулы фермента. Показать это на конкретных примерах.

Объяснить влияние на ферменты ингибиторов общего действия (катионов тяжёлых металлов, специфических кислот, сильно кислой или сильно щелочной среды и других факторов, вызывающих денатурацию белков.

На конкретных примерах показать механизм действия на ферменты конкурентных ингибиторов.

Записать схемы реакций взаимодействия с ферментами ингибиторов неконкурентного действия (галогенопроизводных органических веществ, фосфорорганических ингибиторов, цианидов и др.).

Объяснить механизм действия аллостерических ферментов. Показать на примерах реакций, катализируемых рибулозодифосфаткарбоксихлазой и фосфофруктокиназой.

Объяснить механизм аллостерической регуляции ферментативной активности (ингибирование по механизму обратной связи, опережающая и перекрёстная регуляция).

Показать особенности регуляции активности индуцибельных ферментов. Объяснить в этих процессах роль белков-репрессоров и активаторов транскрипции.

Показать на конкретных примерах особенности функционирования ферментов и ферментных систем, растворённых в физиологической среде или связанных с клеточными мембранами.

Показать механизм гормональной регуляции ферментативной активности в клетках и тканях растений (нитратредуктаза,  $\alpha$ -амилаза, некоторые фосфатазы).

Объяснить механизм активации зимогенов (проферментов). Показать на примере конкретных ферментов.

Показать механизм активации ферментов под действием света. Привести примеры биохимических реакций, активируемых светом определённой длины волны.

Записать уравнения биохимических реакций, катализируемых различными ферментами (по одной реакции на каждый класс ферментов). Объяснить особенности действия ферментов в этих реакциях.

### Раздел 3

#### Тема 3.1

Записать последовательность реакций синтеза первичных углеводов в реакциях цикла Кальвина (триоз, эритрозы, рибозы, фруктозы).

Записать последовательность реакций синтеза триоз, эритрозы, рибозы, фруктозы в нефотосинтезирующих клетках (пентозофосфатный цикл).

Показать особенности первичного синтеза углеводов у  $C_3$ - и  $C_4$ -растений. Записать реакции взаимных превращений фруктозо-6-фосфата, глюкозо-6-фосфата, маннозо-6-фосфата. Указать ферменты, катализирующие эти реакции.

Записать последовательность реакций превращения глюкозы в галактозу и галактозы в глюкозу. Указать особенности действия ферментов, катализирующих эти реакции.

Записать биохимические реакции синтеза УДФ-глюкуроновой и УДФ-галактуроновой кислот, УДФ-ксилозы и УДФ-арабинозы.

Указать, какие биохимические продукты образуются в реакциях гликолиза и цикла Кребса.

Определить выход АТФ в реакциях дыхания при окислении 1 моля и 1 г глюкозы.

Записать реакции фосфорилирования моносахаридов (триоз, эритрозы, рибозы, глюкозы, фруктозы, маннозы, галактозы) и гидролиза фосфорнокислых эфиров моносахаридов. Указать особенности действия ферментов, катализирующих эти реакции.

Записать реакции синтеза и распада сахарозы в фотосинтезирующих и нефотосинтезирующих клетках растений. Указать особенности действия ферментов в этих реакциях.

Показать возможные механизмы образования и распада в растительных клетках мальтозы, целлобиозы,  $\beta$ -левулина.

Показать особенности действия ферментов, катализирующих синтез и распад амилозы и амилопектина.

Показать возможные механизмы синтеза и распада полифруктозидов, целлюлозы, гемицеллюлоз, пектиновых веществ.

Указать возможные пути превращения углеводов в аминокислоты и липиды.

### **Тема 3.2**

Написать реакции синтеза глицерол-3-фосфата из фосфодиоксиацетона и превращения глицерина в фосфодиоксиацетон под действием фермента глицерол-3-фосфатдегидрогеназы.

Показать механизм образования насыщенных жирных кислот с чётным числом углеродных атомов из ацетилкофермента А под действием мультиферментного комплекса синтетазы жирных кислот.

Показать механизм образования жирных кислот с нечётным числом углеродных атомов в клетках бактерий и жирных кислот с разветвлённой углеродной цепью.

Написать реакции образования ненасыщенных жирных кислот с одной, двумя и тремя двойными связями. Указать особенности действия ферментов, катализирующих эти реакции.

Записать последовательность реакций синтеза ацилглицеринов из глицерол-3-фосфата и жирных кислот, соединённых с коферментом А.

Указать особенности синтеза фосфолипидов, гликолипидов и стероидных липидов.

Объяснить особенности действия ферментов, катализирующих распад ацилглицеринов и фосфолипидов.

Написать реакции  $\alpha$ -окисления жирных кислот и указать их локализацию в растительных клетках. Дать характеристику ферментов, катализирующих эти реакции.

Записать последовательность реакций  $\beta$ -окисления насыщенных и ненасыщенных жирных кислот. Указать локализацию и особенности действия ферментов, катализирующих эти реакции.

Рассчитать выход АТФ в результате  $\beta$ -окисления жирных кислот и сравнить его с энергетическим эффектом окисления углеводов в дыхательных реакциях.

Указать продукты  $\beta$ -окисления жирных кислот с чётным и нечётным числом углеродных атомов, а также жирных кислот с боковыми ответвлениями у чётных углеродных атомов.

Объяснить, почему не подвергаются  $\beta$ -окислению жирные кислоты с боковыми ответвлениями у нечётных углеродных атомов и к каким экологическим последствиям это приводит.

Записать последовательность реакций глиоксилатного цикла. Указать локализацию и особенности действия ферментов, катализирующих реакции глиоксилатного цикла.

Показать последовательность превращения продукта глиоксилатного цикла янтарной кислоты в щавелевоуксусную и далее в фосфоенолпировиноградную кислоту.

Записать реакции превращения фосфоенолпировиноградной кислоты в углеводы.

### Тема 3.3

Записать реакции восстановительного аминирования пировиноградной, щавелевоуксусной и  $\alpha$ -кетоглутаровой кислот. Указать особенности действия катализирующих их дегидрогеназ.

Написать реакции синтеза глутамина и глутаминовой кислоты под действием фермента глутаматсинтазы.

Объяснить механизм реакций переаминирования и показать механизм действия ферментов аминотрансфераз.

Указать особенности действия фермента глутаматдегидрогеназы при осуществлении реакций окислительного дезаминирования.

Записать реакции декарбоксилирования аминокислот и окисления аминов. Указать особенности действия ферментов, катализирующих эти реакции.

Показать механизм действия ферментов, катализирующих реакции восстановления нитратов и нитритов.

Указать причины накопления нитратов в растительной продукции и возможные пути понижения их концентрации в овощных и кормовых продуктах.

Показать, с помощью каких биохимических механизмов осуществляется связывание избыточного аммиака в растениях.

Написать реакции орнитинового цикла и указать значение этих реакций в обезвреживании избыточного аммиака в клетках организмов.



Показать биохимический механизм восстановления молекулярного азота в клубеньках, образующихся на корнях бобовых растений при инфицировании их клубеньковыми бактериями.

Записать реакции, происходящие в бактериоидах и растительных клетках клубеньков на корнях бобовых растений, в ходе которых осуществляется синтез аминокислот, амидов и других азотистых веществ.

Объяснить механизмы усвоения амидного азота мочевины при некорневых подкормках растений. Указать особенности действия ферментов, катализирующих эти реакции.

Объяснить особенности строения и биологические функции ДНК, рРНК, мРНК и тРНК. Показать образование фосфодиэфирных связей, соединяющих нуклеотидные остатки в нуклеиновых кислотах.

Записать с помощью сокращённых формул правила Чаргаффа и объяснить их биологическое значение.

Дана последовательность соединения нуклеотидных остатков на одном из участков молекулы ДНК: -А-Т-Г-А-Ц-Г-Т-А-Ц-Г-Т-. Записать комплементарную ей цепь в двойной спирали ДНК.

Объяснить принципы кодирования аминокислотных остатков в белковых полипептидах с помощью кодонов, имеющих триплетную структуру.

Указать основные свойства генетического кода – его универсальность, вырожденность, неперекрываемость.

Дана последовательность нуклеотидов на одном из участков молекулы ДНК: -А-А-Г-Т-Ц-Ц-Т-Т-А-Ц-А-А-А-Г-Ц-. Записать последовательность аминокислотных остатков в белке, которую кодирует данный локус ДНК.

В молекуле ДНК содержится 20% адениновых нуклеотидных остатков. Определить доли гуаниновых, цитозиновых и тиминовых остатков.

Показать механизм синтеза ДНК и особенности действия ферментов, катализирующих процесс репликации ДНК.

Объяснить механизм синтеза рибосомой, матричной и транспортной РНК. Указать особенности действия ферментов, катализирующих синтез РНК.

Показать механизм инициации и терминации синтеза РНК у бактерий и в клетках высших организмов.

Объяснить, как происходит процессинг и сплайсинг РНК-транскриптов при образовании функционально активных молекул матричной РНК.

Записать реакции активации аминокислот при синтезе белковых полипептидов, катализируемых аминоацил-тРНК-синтетазами.

Указать последовательность образования функционально активных рибосом с участием специфических белковых факторов и механизм инициации синтеза полипептидов.

Схематически записать процесс элонгации полипептидной цепи и порядок включения аминокислот в полипептидную цепь.

Объяснить механизм терминации синтеза полипептидной цепи и образования полирибосом.

Указать особенности синтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов, а также превращения рибонуклеотидов в дезоксирибонуклеотиды.

Указать особенности действия ферментов, катализирующих распад нуклеиновых кислот и нуклеотидов. Показать важнейшие продукты распада пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов.

Записать схемы реакций распада белков и указать особенности действия ферментов, катализирующих расщепление дисульфидных и пептидных связей.

Показать особенности действия протеиназ, аминок- карбокси- и дипептидаз.

Объяснить на конкретных примерах влияние протеолитических ферментов на качество растительной продукции.

#### **Раздел 4**

##### **Тема 4.1**

Указать биохимические особенности органических кислот и принципы их классификации. Показать это на конкретных примерах.

Объяснить, какие существуют разновидности органических кислот по количеству карбоксильных групп, строению радикала, наличию других функциональных групп. Показать это на конкретных примерах.

Объяснить, какова биологическая роль органических кислот и их участие в биохимических превращениях. Показать это на конкретных примерах.

Объяснить, как органические кислоты влияют на качество растительных продуктов и формирование их технологических свойств.

Указать, какие монокарбоновые кислоты и их производные содержатся в растительных продуктах и как они практически используются. Записать структурные формулы этих кислот.

Указать, какие дикарбоновые кислоты и их производные синтезируются в растениях и каково значение этих веществ в формировании качества растительной продукции. Записать структурные формулы этих кислот.

Объяснить, в чём состоят биохимические особенности трикарбоновых кислот и их производных. Записать структурные формулы этих кислот и их производных.

Указать, какие известны органические кислоты с циклическим радикалом и какова их биологическая роль. Записать структурные формулы этих кислот.

Объяснить, как осуществляется синтез различных органических кислот. Указать их накопление в растительных продуктах.

Указать, каковы особенности синтеза и превращений щавелевой, малоновой, винной кислот. Написать соответствующие биохимические реакции.

Объяснить, как влияет на накопление органических кислот в растениях концентрация диоксида углерода в воздухе.

Объяснить, какое влияние оказывает на накопление нитратов в растительных продуктах нитратное и аммонийное питание растений.

Указать содержание органических кислот в различных овощах и их значение в формировании качества данных растительных продуктов.

Указать содержание органических кислот в различных плодах и ягодах и их значение в формировании качества данных растительных продуктов.

Объяснить влияние органических кислот на формирование вкусовых свойств плодов, овощей и ягод.

Объяснить влияние органических кислот на кислотность зерна и муки. Указать показатели, которые применяются для характеристики кислотности зерна и муки.

#### Тема 4.2

Записать строение *n*-оксибензойной, протокатеховой, галловой, ванилиновой и сиреневой кислот. Указать их значение в обмене веществ растений и формировании качества растительной продукции.

Записать строение *n*-оксикоричной, кофейной, феруловой, синаповой кислот и кумарина. Указать их значение в обмене веществ растений и формировании качества растительной продукции.

Дать характеристику основных групп флавоноидных соединений – катехинов, лейкоантоцианов, антоцианов, флаванонов, флавонов и флавонолов. Указать их значение в обмене веществ растений и формировании качества растительной продукции.

Показать состав и строение гидролизуемых и конденсированных форм дубильных веществ и их содержание в различных растительных продуктах.

Объяснить состав, строение и функции лигнина. Указать содержание лигнина в различных растительных продуктах и его значение в формировании качества растительной продукции.

Объяснить, как образуются меланины в растениях, и указать их влияние на качество растительной продукции.

Дать общую характеристику и классификацию терпеноидных соединений. Указать их функции в растительных организмах и влияние на качество растительной продукции.

Объяснить, из каких веществ образуются эфирные масла и какое они находят практическое применение.

Записать строение мирцена, гераниола, линалоола, цитронеллола,  $\alpha$ - и  $\beta$ -цитралей. Указать их содержание в эфирных маслах растений.

Записать строение лимонена, ментола, карвона,  $\alpha$ -терпинеола. Указать их содержание в эфирных маслах растений.

Записать строение  $\alpha$ -пинена, камфена, борнеола, камфоры. Указать их содержание в эфирных маслах растений.

Объяснить, из каких химических компонентов состоят сесквитерпены, дитерпены, тритерпены. Указать их значение для растений и влияние на качество растительной продукции.

Объяснить, из каких химических компонентов состоят тетра- и политерпены и какое значение они имеют для растений и в формировании качества растительной продукции.

Показать основные пути синтеза терпеноидных соединений и важнейшие промежуточные продукты, образующиеся в этих реакциях.

Объяснить, какие вещества относятся к алкалоидам, и указать их роль в растительном организме.

Объяснить принципы классификации алкалоидов и привести примеры алкалоидов, относящихся к разным группам.



Дать биохимическую характеристику алкалоидов, содержащихся в листьях табака, семенах клещевины, чёрного перца и люпина, указать их токсичность и содержание в данных растительных продуктах.

Дать биохимическую характеристику алкалоидов хинного дерева и опийного мака, указать их содержание в данных растительных продуктах.

Дать биохимическую характеристику алкалоидов, являющихся производными пурина и индола, указать их содержание в растительных продуктах.

Дать биохимическую характеристику алкалоидов, являющихся производными тропана. Указать их физиологическое действие и содержание в растительных продуктах.

Указать алкалоиды, имеющие ароматическую природу, и их содержание в растительных продуктах.

Указать, из каких аминокислот осуществляется синтез алкалоидов табака, люпина, клещевины, хинного дерева, спорыньи, опийного мака, ячменя, беладонны.

Показать влияние природно-климатических факторов и режимов питания растений на накопление алкалоидов в растительных продуктах.

Дать биохимическую характеристику цианогенных гликозидов плодов, семян льна и некоторых разновидностей вики и фасоли. Указать их содержание в данных растительных продуктах.

Дать биохимическую характеристику гликозидов репы, брусники и толокнянки, ванили, флавоноидных гликозидов. Указать их содержание в растительных продуктах.

Дать биохимическую характеристику стероидных гликозидов. Указать их физиологическое действие на организм человека и содержание в растительных продуктах.

Дать биохимическую характеристику гликоалкалоидов растений семейства паслёновых. Указать их действие на организм человека и содержание в растительных продуктах.

Дать биохимическую характеристику гликозидов горчицы и хрена. Указать их содержание в семенах чёрной, белой и сарептской горчицы и в корнях хрена.

Указать влияние природно-климатических факторов и режимов питания растений на накопление гликозидов в растительных продуктах.

## **Раздел 5**

Объяснить, в чём состоит единство процессов обмена веществ в организме.

На конкретных примерах показать связь между процессами ассимиляции и диссимиляции.

Показать на уровне биохимических механизмов ведущую роль белков и нуклеиновых кислот в обмене веществ организмов.

Объяснить взаимосвязь между обменом углеводов, липидов и азотистых веществ. Показать это на конкретном примере.

Объяснить важную роль триозофосфатов, пировиноградной, щавелевоуксусной,  $\alpha$ -кетоглутаровой кислот и ацетилкофермента А во взаимопревращениях углеводов, липидов и аминокислот.

Объяснить влияние окружающей среды на процессы обмена веществ организмов.

Объяснить механизмы индукции и репрессии синтеза ферментов.

## Раздел 6

Указать особенности химического состава зерна злаковых и зернобобовых культур, семян масличных растений, картофеля, корнеплодов, овощей, плодов и ягод, вегетативной массы кормовых трав и основных биохимических процессов при формировании данных растительных продуктов.

Указать условия формирования оптимального соотношения белков и углеводов, сахаров и органических кислот, липидов и витаминов в растительной продукции.

Объяснить влияние генотипа и режимов питания растений, природно-климатических факторов, орошения на качество и безопасность растительной продукции.

Объяснить биохимические процессы при хранении зерна и семян, картофеля и корнеплодов, овощной и плодово-ягодной продукции.

Указать возможные биохимические изменения в процессе сушки сена, варки картофеля, образования теста, а также при термической обработке растительной продукции.

Обосновать биохимические подходы в разработке приёмов получения биологически полноценной и экологически чистой растительной продукции.

Дать объяснение, почему понижается содержание углеводов в растительной продукции при низкой влагообеспеченности растений.

Указать, как изменяется содержание углеводов в растительной продукции в зависимости от спектрального состава солнечного света.

Указать оптимальные условия выращивания для накопления в растительных продуктах запасных углеводов и дать соответствующее биохимическое объяснение.

Объяснить, почему при выращивании масличных культур в южных регионах снижается накопление масла в семенах и ухудшается качество масла.

Объяснить, почему при избыточном азотном питании снижается накопление масла в семенах масличных растений и ухудшается качество масла.

В одном из опытов на почвах с одинаковой агрохимической характеристикой и по одинаковой технологии выращивали подсолнечник без полива и с поливом. Оценить в этих двух вариантах уровень накопления в семенах масла и качество масла.

Указать оптимальные условия внешней среды, благоприятствующие накоплению запасных липидов, и объяснить их биохимическое действие.

Объяснить, почему в условиях интенсивной солнечной радиации и повышенных температур, а также при избыточном азотном питании ухудшается качество растительного жира.

Зерновую культуру выращивают в условиях интенсивной солнечной радиации с высокой долей коротковолнового света, повышенных температур и заметного дефицита влаги. Дать прогноз накопления в зерне белков и крахмала с соответствующим биохимическим объяснением.

Объяснить, почему в северо-западных регионах России очень редко получают высококачественное зерно пшеницы.

Растения ячменя выращивали на пяти полях с разным внесением удобрений: 1)  $P_{90}K_{90}$ ; 2)  $N_{90}P_{90}$ ; 3)  $N_{90}K_{90}$ ; 4)  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ; 5)  $N_{180}P_{90}K_{90}$  (дозы даны в кг д. в. на 1 га). Указанные поля одинаковы по плодородию почвы и характеризуются низким содержанием всех питательных элементов. Дать прогноз урожайности и содержания в зерне белков, используя три уровня градации для показателей урожайности и содержания белков: низкий, средний, высокий.

Показать на конкретных примерах, как влияют природно-климатические условия на накопление витаминов в растительных продуктах.

Объяснить влияние питания растений на синтез витаминов в листьях и репродуктивных органах, представляющих товарную часть урожая сельскохозяйственных культур.

Показать на конкретных примерах, как изменяется содержание витаминов в растениях в процессе их роста и развития, а также при формировании товарной части урожая.

Указать витамины, которые подвергаются разрушению под воздействием солнечных лучей, кислорода воздуха, повышенной температуры, кислой или щелочной среды. Объяснить, как это учитывается в сельском хозяйстве при заготовке и хранении кормов, а также при хранении и переработке растительной продукции.

На основе знаний о витаминах дать оценку питательных свойств овощей, выращенных в южных и северных регионах нашей страны.

На основе знаний о витаминах дать оценку питательных свойств плодово-ягодной продукции, выращенной в южных и северных регионах нашей страны.

## Раздел 7

Объяснить, какие биохимические процессы происходят при хранении зерна и какие биохимические изменения в зерне происходят при его самосогревании.

Объяснить, какие биохимические изменения наблюдаются в прорастающем зерне и как это влияет на ухудшение его качества.

Объяснить, какие биохимические и микробиологические процессы происходят в зерне при самосогревании и в чём состоят причины потемнения зерна.

Указать, каковы биохимические изменения в зерне, повреждённом при неправильной сушке.

Показать, какие токсические вещества накапливаются в зерне при поражении его плесневыми грибами и при использовании в качестве агентов сушки твёрдого топлива.

Объяснить, как используется для характеристики качества зерна показатель, выражающий кислотность зерна.

Объяснить биохимические процессы при послеуборочном дозревании и хранении зерна.



Указать возможные биохимические изменения в процессе сушки и само-согревания зерна.

Показать, какие биохимические изменения происходят в клубнях картофеля при хранении. Записать примеры соответствующих биохимических реакций.

Указать, какие требования по химическому составу предъявляются к клубням картофеля, предназначенным для переработки.

Объяснить, какие биохимические изменения происходят в овощах при хранении и как при этом изменяется качество плодоовощной продукции.

Указать, какие требования по химическому составу предъявляются к овощам, предназначенным для переработки.

Объяснить, каковы биохимические изменения в овощах в процессе их переработки под влиянием ферментов микроорганизмов.

Объяснить, каковы биохимические изменения в овощах в процессе их переработки под влиянием высокой температуры.

Объяснить, каковы биохимические изменения в овощах в процессе их переработки под влиянием растительных ферментов..

Объяснить, каковы биохимические изменения в овощах в процессе их переработки под влиянием кислой или щелочной среды.

Объяснить, каковы биохимические изменения в овощах в процессе их хранения и переработки под влиянием ультрафиолетовых лучей.

Объяснить, какие биохимические изменения происходят в плодово-ягодной продукции при хранении и переработке под влиянием ферментов микроорганизмов.

Объяснить, какие биохимические изменения происходят в плодово-ягодной продукции при хранении и переработке под влиянием растительных ферментов.

Объяснить, какие биохимические изменения происходят в плодово-ягодной продукции при хранении и переработке под влиянием высокой температуры.

Объяснить, какие биохимические изменения происходят в плодово-ягодной продукции при хранении и переработке под влиянием кислой или щелочной среды.

Объяснить, какие биохимические изменения происходят в плодово-ягодной продукции при хранении и переработке под влиянием ультрафиолетовых лучей.

Указать, какие требования по химическому составу предъявляются к плодам и ягодам, предназначенным для переработки.

Показать на конкретных примерах, какие происходят биохимические изменения в плодах и ягодах в процессе их переработки.

Объяснить, какие изменения происходят при карамелизации сахаров в процессе переработки плодоовощной продукции. Записать примеры реакций карамелизации сахаров.

**9. Форма промежуточной аттестации и оценочные материалы,  
включающие:**

**Паспорт оценочного средства**

№ п/п	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Контролируемый результат освоения дисциплины или его часть	Оценочные средства		Способ контроля
			Наименование	№№ заданий	
1	<b>Введение</b> <b>Раздел 1. Строение, свойства и биологические функции основных органических веществ</b>	способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области биологической химии и прогнозированию в области биологической химии и применению теоретических сведений по биохимии при оценке качества и безопасности растительной продукции	<b>Коллоквиум</b>	<b>Вопросы по введению и разделу 1</b>	<b>Устно</b>
	Тема 1.1. Углеводы		Контрольные работы	Задания по темам 1.1, 1.2, 1.3, 1.4	
	Тема 1.2. Липиды				
	Тема 1.3. Аминокислоты, нуклеотиды, белки				
	Тема 1.4. Витамины				
2	<b>Раздел 2. Биохимическая энергетика и ферменты</b>	способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области биологической химии и прогнозированию хода биохимических процессов в растительном организме	<b>Коллоквиум</b>	<b>Вопросы по разделу 2</b>	<b>Устно</b>
	Тема 2.1. Биохимическая энергетика		Контрольные работы	Задания по темам 2.1, 2.2	<b>Письменно</b>
	Тема 2.2. Биохимия ферментов				
3	<b>Раздел 3. Обмен углеводов, липидов и азотистых веществ</b>	способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области биологической химии и прогнозированию хода биохимических процессов в растительном организме в зависимости от особенностей генотипа, природно-климатических условий и режима питания растений, а также применению теоретических сведений по	<b>Коллоквиум</b>	<b>Вопросы по разделу 3</b>	<b>Устно</b>
	Тема 3.1. Обмен углеводов		Контрольные работы	Задания по темам 3.1, 3.2, 3.3	<b>Письменно</b>
	Тема 3.2. Обмен липидов				
	Тема 3.3. Обмен азотистых веществ				

		биохимии при оценке качества и безопасности растительной продукции.			
4	<b>Раздел 4. Органические кислоты и вещества вторичного происхождения</b>	способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области биологической химии и применению теоретических сведений по биохимии при оценке качества и безопасности растительной продукции.	Коллоквиум	Вопросы по разделу 4	Устно
	Тема 4.1. Органические кислоты		Контрольная работа	Задания по темам 4.1, 4.2	Письменно
	Тема 4.2. Вещества вторичного происхождения				
5	<b>Раздел 5. Взаимосвязь процессов обмена веществ в организме</b>	Способность к прогнозированию хода биохимических процессов в растительном организме в зависимости от особенностей генотипа, природно-климатических условий и режима питания растений.	Коллоквиум	Вопросы к разделу 5	Устно
6	<b>Раздел 6. Биохимические основы формирования качества растительной продукции</b>	Способность к прогнозированию хода биохимических процессов в растительном организме в зависимости от особенностей генотипа, природно-климатических условий и режима питания растений, а также применению теоретических сведений по биохимии при обосновании технологий выращивания сельскохозяйственных культур и оценке качества и безопасности растительной продукции.	Коллоквиум	Вопросы к разделу 6	Устно
	Тема 6.1. Формирование качества зерна злаковых, зернобобовых культур и семян масличных растений		Контрольная работа	Задания по темам 6.1, 6.2	Письменно
	Тема 6.2 Формирование качества клубней картофеля, корнеплодов, плодо-овощной продукции и вегетативной массы кормовых трав				



7	Раздел 7. Биохимические процессы при хранении и переработке растительной продукции	Способность к применению теоретических сведений по биохимии при оценке качества и безопасности растительной продукции.	Коллоквиум	Вопросы к разделу 7	Письменно
---	--	--	------------	---------------------	-----------

## Показатели и критерии определения уровня сформированности результата освоения дисциплины

№ п/п	Результат освоения дисциплины	Уровень сформированности результата освоения дисциплины		
		Пороговый	Достаточный	Повышенный
1.	<p>способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области биологической химии и прогнозированию хода биохимических процессов в растительном организме в зависимости от особенностей генов, природных и репродуктивных условий и режима питания растений, а также применению теоретических сведений по биохимии при обосновании технологий выращивания сельскохозяйственных культур и</p>	<p><b>Знать.</b> Общие, но не структурированные знания о составе, строении, свойствах и биологических функциях основных групп органических веществ и их содержания в растительной продукции; современных сведениях о ферментах, биохимии, принципах осуществления биохимических превращений в клетках организмов; биохимических процессов превращений и распада органических веществ в организмах и молекулярных механизмах генетических процессов; параметрах изменения химического состава растительной продукции в зависимости от генов, природно-климатических условий и режима питания растений; биохимических процессов при хранении и переработке растительной продукции.</p>	<p><b>Знать.</b> Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания о составе, строении, свойствах и биологических функциях основных групп органических веществ и их содержания в растительной продукции; современных сведениях о ферментах и методах биохимии, принципах осуществления биохимических превращений в клетках организмов; биохимических процессах синтеза, превращений и распада органических веществ в организмах и молекулярных механизмах генетических процессов; параметрах изменения химического состава растительной продукции в зависимости от генов, природно-климатических условий и режима питания растений; биохимических процессов при хранении и переработке растительной продукции.</p>	<p><b>Знать.</b> Сформированные систематические знания о составе, строении, свойствах и биологических функциях основных групп органических веществ и их содержания в растительной продукции; современных сведениях о ферментах и методах биохимии, принципах осуществления биохимических превращений в клетках организмов; биохимических процессах синтеза, превращений и распада органических веществ в организмах и молекулярных механизмах генетических процессов; параметрах изменения химического состава растительной продукции в зависимости от генов, природно-климатических условий и режима питания растений; биохимических процессов при хранении и переработке растительной продукции.</p>

<p>оценке качества и безопасности растительной продукции.</p>	<p>хозяйственных культур и приёмов регулирования влагообеспеченности и питания растений, оценки пищевой, кормовой ценности и безопасности растительной продукции и её пригодности для соответствующей переработки; прогнозировать изменения химического состава растительной продукции в зависимости от генотипа, природно-климатических условий и режима питания растений; использовать биохимические показатели при оценке качества и безопасности растительной продукции.</p> <p><b>Владеть.</b> В целом успешное, но не систематическое владение терминами и понятиями биохимии при анализе научной информации и оценке результатов исследований по биологической химии; при обосновании технологий выращивания сельскохозяйственных культур и применения удобрений, а также оценке качества и безопасности растительной продукции; методами биохимических исследований, а также навыками аналитической работы по определению биохимических показателей.</p>	<p>щивания культур и приёмов регулирования влагообеспеченности и питания растений, оценки пищевой, кормовой ценности и безопасности растительной продукции и её пригодности для соответствующей переработки; прогнозировать изменения химического состава растительной продукции в зависимости от генотипа, природно-климатических условий и режима питания растений; использовать биохимические показатели при оценке качества и безопасности растительной продукции.</p> <p><b>Владеть.</b> В целом успешное, но сохраняющее отдельные пробелы владения терминами и понятиями биохимии при анализе научной информации и оценке результатов исследований по биологической химии; при обосновании технологий выращивания сельскохозяйственных культур и применения удобрений, а также оценке качества и безопасности растительной продукции; методами биохимических исследований, а также навыками аналитической работы по определению биохимических показателей.</p>	<p>ных культур и приёмов регулирования влагообеспеченности и питания растений, оценки пищевой, кормовой ценности и безопасности растительной продукции и её пригодности для соответствующей переработки; прогнозировать изменения химического состава растительной продукции в зависимости от генотипа природно-климатических условий и режима питания растений; использовать биохимические показатели при оценке качества и безопасности растительной продукции.</p> <p><b>Владеть.</b> Успешное и систематическое владение терминами и понятиями биохимии при анализе научной информации и оценке результатов исследований по биологической химии; при обосновании технологий выращивания сельскохозяйственных культур и применения удобрений, а также оценке качества и безопасности растительной продукции; методами биохимических исследований, а также навыками аналитической работы по определению биохимических показателей.</p>
---	--	---	--



Примерный перечень вопросов к кандидатскому экзамену представлен в Программе кандидатского экзамена, принятой на Ученом совете института и утвержденной профильным проректором.

### **Примерный перечень вопросов к кандидатскому экзамену по дисциплине (модулю)**

1. Объекты и методы биохимии. Применение достижений биохимии в промышленности, медицине, сельском хозяйстве.
2. История развития и основные направления современной биохимии, её связь с другими науками.
3. Значение биохимии в изучении химического состава растений и получении высококачественной, экологически чистой растительной продукции.
4. Строение, свойства и биологические функции моносахаридов. Их роль в жизнедеятельности организмов и формировании качества растительной продукции.
5. Основные производные моносахаридов и их значение для растений, человека и животных (окисленные и восстановленные производные, фосфорнокислые эфиры, гликозиды, дезокси- и аминопроизводные).
6. Биохимическая характеристика олигосахаридов (сахароза, мальтоза, целлобиоза, олигофруктозиды, лактоза, рафиноза). Содержание сахаров в растительной продукции. Влияние редуцирующих сахаров на качество пищевых продуктов.
7. Состав, строение и биологические функции крахмала, полифруктозидов, целлюлозы и гемицеллюлоз, пектиновых веществ, камедей и слизей. Их содержание в растительной продукции и влияние на качество урожая сельскохозяйственных культур.
8. Основные разновидности липидов и их значение для растений, животных и человека. Строение, свойства и биологические функции простых липидов – жира и воска.
9. Характеристика растительных масел по составу жирных кислот. Числа жиров и их использование для оценки качества растительных масел.
10. Состав, строение и биологические функции основных групп фосфолипидов и гликолипидов. Их содержание в растительной продукции.
11. Биохимическая характеристика стероидных липидов и их содержание в растительной продукции.
12. Строение, свойства и классификация аминокислот и их роль в обмене веществ организмов. Протеиногенные и незаменимые аминокислоты.
13. Биохимическая характеристика нуклеотидов и их функции в организмах. Полифосфатные производные нуклеотидов.
14. Полипептидная теория строения белков. Участие пептидов и белков в обмене веществ организмов. Содержание белков в растительной продукции.
15. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков и её биологическое значение. Нативная конформация и денатурация белков.

16. Современная классификация, аминокислотный состав и биологическая ценность белков. Пути улучшения биологической ценности растительных белков.
17. Состав и биологическая ценность белков зерна злаковых и зернобобовых культур, семян масличных растений, клубней картофеля и корнеплодов, вегетативной массы кормовых трав, овощной и плодово-ягодной продукции.
18. Роль витаминов в обмене веществ организмов и их значение в питании человека и кормлении сельскохозяйственных животных. Классификация витаминов.
19. Биологическая роль витаминов – ретинола, кальциферола, токоферола, филлохинона. Их содержание в продуктах растительного и животного происхождения.
20. Биологическая роль витаминов – тиамина, рибофлавина, пиридоксина, кобаламина, никотиновой и пантотеновой кислот. Их содержание в продуктах растительного и животного происхождения.
21. Биологическая роль витаминов – фолиевой и аскорбиновой кислот, биотина, цитрина, S-метилметионина. Их содержание в растительной продукции.
22. Основные разновидности и механизм действия авитаминозов. Возможные потери витаминов при уборке, хранении и переработке растительной продукции.
23. Особенности функционирования биоэнергетических систем и принципы расчёта изменения энтальпии, энтропии, свободной энергии в ходе биохимических превращений.
24. Экзергонические и эндергонические реакции и условия их осуществления в клетках организмов. Сопряжённые реакции синтеза веществ.
25. Макроэргические соединения и их участие в процессах обмена веществ организмов. Пути образования АТФ.
26. Строение и общие свойства ферментов. Механизм ферментативного катализа. Природа специфичности действия ферментов.
27. Строение двухкомпонентных ферментов и основные типы коферментов. Примеры биохимических реакций с участием двухкомпонентных ферментов.
28. Единицы активности ферментов. Влияние температуры, реакции среды и концентрации субстрата на активность ферментов.
29. Изоферменты и их биологическая роль. Активаторы и ингибиторы ферментов.
30. Локализация ферментативных реакций и образование мультиферментных комплексов. Основы современной классификации ферментов.
31. Основные группы оксидоредуктаз, трансфераз, гидролаз, лиаз, изомераз, лигаз и их участие в биохимических превращениях.
32. Принципы регуляции ферментативных реакций. Аллостерические ферменты и их роль в обмене веществ организмов.
33. Регуляция действия индуцибельных ферментов. Механизм гормональной регуляции. Образование зимогенов.

34. Особенности ассимиляции диоксида углерода у  $C_3$ - и  $C_4$ - растений. Механизмы образования продуктов световой стадии фотосинтеза.
35. Реакции цикла Кальвина и первичный синтез углеводов в растениях. Биохимические превращения, лежащие в основе фотодыхания.
36. Биохимический механизм дыхательных реакций. Основные продукты гликолиза и цикла Кребса.
37. Реакции окислительного фосфорилирования и их значение для энергетики организма.
38. Механизм анаэробного дыхания. Биохимические превращения в процессах брожения.
39. Синтез и превращения моносахаридов. Механизмы образования пентоз из гексоз. Пентозофосфатный цикл и его биологическая роль.
40. Биохимические реакции синтеза и распада сахарозы, крахмала, полифруктозидов, целлюлозы и гемицеллюлоз, пектиновых веществ.
41. Значение ферментов, катализирующих реакции распада углеводов, в формировании качества растительной продукции.
42. Механизмы образования глицерина, насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.
43. Синтез и распад ацилглицеринов жира, фосфолипидов, гликолипидов, стероидных липидов.
44. Окисление глицерина и его использование для синтеза углеводов. Механизмы  $\alpha$ -окисления и  $\beta$ -окисления жирных кислот. Энергетика распада жирных кислот.
45. Глиоксилатный цикл и его биологическая роль. Образование углеводов из продуктов глиоксилатного цикла.
46. Особенности биodeградации жирных кислот с разветвлённой углеродной цепью и их экологические последствия.
47. Пути образования аминокислот в клетках организмов. Механизмы реакций восстановительного аминирования и переаминирования.
48. Распад и превращения аминокислот в ходе реакций дезаминирования и декарбоксилирования. Превращения кетокислот и окисление аминов.
49. Ассимиляция растениями нитратного азота и причины накопления нитратов в растительной продукции. Возможные пути снижения концентрации нитратов в растительной продукции.
50. Биохимические механизмы связывания избыточного аммонийного азота. Механизмы образования амидов и реакции орнитинового цикла.
51. Ассимиляция растениями амидной формы азота при некорневой подкормке.
52. Биохимические реакции включения в синтез аминокислот молекулярного азота в процессе азотфиксации.
53. Строение и биологическая роль ДНК. Нуклеотидный состав ДНК и правила Чаргаффа. Пространственная структура молекул ДНК и способ их упаковки в хромосомах.
54. Понятие о генетическом коде и кодонах. Свойства генетического кода.



55. Биохимический механизм репликации ДНК и возникновения генетических мутаций. Ферменты, катализирующие синтез ДНК.
56. Основные типы РНК и их биологические функции. Нуклеотидный состав и строение молекул рибосомной, матричной и транспортной РНК.
57. Основные этапы синтеза РНК. Процессинг и сплайсинг РНК-транскриптов.
58. Молекулярный механизм синтеза белков. Скорость синтеза белков и функционирование полирибосом. Регуляция синтеза белков.
59. Принципы передачи генетической информации в ходе синтеза РНК и белков.
60. Биохимические реакции синтеза пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов и их фосфатных производных. Превращение рибонуклеотидов в дезоксирибонуклеотиды.
61. Биохимические процессы распада нуклеиновых кислот и нуклеотидов. Продукты распада пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов и их влияние на организм человека и животных.
62. Процесс распада белков. Основные группы протеолитических ферментов и их значение в формировании качества растительной продукции.
63. Обмен органических кислот в растениях. Значение органических кислот в формировании качества растительной продукции и в пищевом производстве.
64. Фенольные соединения и их функции в растительном организме. Основные группы простых фенольных соединений и механизмы их синтеза. Влияние этих веществ на формирование качества растительной продукции.
65. Состав, строение и биологические функции полимерных фенольных соединений. Их влияние на качество растительной продукции.
66. Строение, свойства и биологические функции терпеноидных соединений. Особенности их синтеза и значение в формировании качества растительной продукции.
67. Состав и свойства эфирных масел. Их содержание в плодах, овощах, эфирноносных растениях. Особенности химического состава растительных смол.
68. Биохимическая характеристика различных групп алкалоидов. Значение этих веществ в формировании качества растительной продукции.
69. Возможные механизмы синтеза алкалоидов в растениях. Изменение их содержания в процессе роста и развития растений, а также под влиянием факторов окружающей среды.
70. Биохимическая характеристика важнейших групп гликозидов. Значение гликозидов в формировании качества растительной продукции, производстве пищевых продуктов и лекарственных средств.
71. Состав и строение стероидных гликозидов и гликоалкалоидов картофеля. Влияние природно-климатических факторов, орошения, режима питания растений на накопление гликозидов в растительной продукции.
72. Единство процессов обмена веществ в организме. Взаимосвязь между обменом углеводов, липидов и азотистых веществ. Влияние на процессы обмена веществ растительного организма условий окружающей среды.

73. Химический состав зерна злаковых культур. Влияние природно-климатических факторов, орошения и режима питания растений на формирование качества зерна.
74. Химический состав зерна зернобобовых культур. Влияние природно-климатических факторов, орошения и режима питания растений на накопление белков и углеводов в зерне зернобобовых культур.
75. Химический состав семян масличных растений. Влияние природно-климатических факторов, орошения и режима питания растений на накопление и качественный состав масла в семенах масличных растений.
76. Химический состав клубней картофеля. Влияние природно-климатических факторов и режима питания растений на качество клубней.
77. Химический состав корнеплодов. Влияние природно-климатических факторов, орошения и режима питания растений на накопление сахаров, витаминов и азотистых веществ в корнеплодах.
78. Химический состав кормовых трав. Влияние природно-климатических факторов, орошения и режима питания растений на формирование химического состава кормовых трав.
79. Химический состав овощей. Формирование вкуса, аромата и питательных свойств овощей при созревании и под влиянием природно-климатических факторов, орошения, применяемых удобрений.
80. Химический состав плодов и ягод. Формирование вкуса, аромата и питательных свойств плодов и ягод под влиянием природно-климатических факторов, орошения, применяемых удобрений.
81. Биохимические процессы при послеуборочном дозревании и хранении зерна, семян масличных растений, клубней картофеля и корнеплодов, овощной и плодово-ягодной продукции.
82. Повреждение зерна при самосогревании, прорастании и нарушении режимов сушки. Прогоркание и кислотность зерна.
83. Изменение содержания углеводов, витаминов и органических кислот при хранении картофеля, овощей, плодов и ягод.
84. Биохимические изменения в процессе стерилизации, замораживания и дефростации овощной и плодово-ягодной продукции.
85. Биохимические процессы при образовании солода. Использование ферментов солода в производстве хлеба, патоки, технологиях брожения, для осветления вин и плодово-ягодных соков.

### Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов обучения

#### Критерии оценивания ответа аспиранта

Таблица 6 – Критерии оценивания ответа аспиранта в ходе кандидатского экзамена

Оценка	Критерий
«ОТЛИЧНО»	оценку «отлично» заслуживает аспирант, освоивший знания, умения и теоретический материал без пробелов; выполнивший все за-

	дания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Результаты освоения дисциплины сформированы на уровне – повышенный.</b>
<b>«ХОРОШО»</b>	оценку «хорошо» заслуживает аспирант, практически полностью освоивший знания, умения и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, практические навыки в основном сформированы. <b>Результаты освоения дисциплины сформированы на уровне – достаточный.</b>
<b>«УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»</b>	оценку «удовлетворительно» заслуживает аспирант, частично с пробелами освоивший знания, умения, и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Результаты освоения дисциплины сформированы на уровне – пороговый.</b>
<b>«НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»</b>	оценку «неудовлетворительно» заслуживает аспирант, не освоивший знания, умения и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Результаты освоения дисциплины не сформированы.</b>

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: *кандидатский экзамен.*

## 10. Ресурсное обеспечение:

### 10.1. Перечень основной литературы

1. Новиков Н.Н. Биохимия растений: учебник для вузов. – М.: КолосС, 2012. – 679 С.
2. Новиков Н.Н. Биохимические основы формирования качества продукции растениеводства: учебное пособие с грифом УМО. – М.: Издательство РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. – 194 с.
3. Новиков Н.Н. Биохимия сельскохозяйственных растений: учебник для вузов. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 560 с.
4. Витол И.С., Коваленок А.В., Нечаев А.П. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания. – М.: ДеЛи принт, 2013. – 350 с.
5. Хелдт Г.В. Биохимия растений: учебник для вузов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 474 с.

### 10.2. Перечень дополнительной литературы

1. Бузмаков В.В., Медведев А.В. Производство продукции растениеводства, свободной от нитратов и пестицидов. – М.: РосАКОАгро, 2007. – 37 с.
2. Грибов Л.А., Баранов В.И. От молекул к жизни. – М.: URSS : Красанд, 2012. – 207 с.
3. Досон Р., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К. Справочник биохимика. – М.: Мир, 1991, – 544 с.
4. Запромётов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. – М.: Наука, 1993, – 271 с.
5. Казаков Е.Д., Карпиленко Г.П. Биохимия зерна и хлебопродуктов. – СПб.: Гиорд, 2005, – 509 с.
6. Новиков Н.Н. Биохимия растений: учебник для вузов. – М.: ЛЕНАНД,



2014. – 680 с.

7. Новиков Н.Н. Биохимия древесных растений: ч. I. Строение, свойства и биологические функции органических веществ. Биохимическая энергетика: учебное пособие. – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. – 199 с.

8. Новиков Н.Н. Биохимия древесных растений: ч. II. Особенности обмена веществ: учебное пособие. – М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. – 160 с.

9. Черников В.А., Игнатъева С.Л. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания из растительного сырья. – М.: Росинформагротех, 2017. – 136 с.

10. Щербаков В.Г., Лобанов В.П. Биохимия и товароведение масличного сырья. – М.: КолосС, 2003, – 360 с.

### **10.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru) – электронное издание учебника «Биохимия растений» / Новиков Н.Н. – М.: КолосС, 2013. – Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений.

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

### **10.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

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.

### **10.5. Описание материально-технической базы.**

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

1. Специальное помещение для проведения занятий лекционного типа;

2. Специализированные аудитории для проведения семинарских 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.

#### **10.5.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий**

Для проведения теоретических занятий по дисциплине (модулю) «Биохимия» имеются специализированные учебные аудитории, персональные компьютеры, сканеры, мультимедийный проектор, наборы демонстрационного материала в виде таблиц, рисунков, графиков, набор презентаций по теоретическому курсу, справочные материалы по разделам дисциплины.

Помещения для самостоятельной работы аспирантов оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

#### **10.5.2. Требования к специализированному оборудованию**

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; иономер, фотоэлектроколориметры, пламенный фотометр, спектрофотометр, вакуумный аппарат, атомно-абсорбционный анализатор, муфельная печь, холодильники, морозильная камера, терморегулируемые бани, термостаты, сушильные шкафы, аппарат для электрофореза белков, низкоскоростные и среднескоростные центрифуги, хроматографическое оборудование, поляриметр, титровальное оборудование, рН-метры, наборы термометров и денситометров, дозирующие устройства, персональные компьютеры, сканер, вакуумный испаритель, измельчители растительного материала и зерновые мельницы, компьютерный проектор для анализа цветных изображений.

Перечень необходимых помещений и оборудования для проведения лабораторных и научно-исследовательских работ приведен в таблице 7.

Таблица 7 - **Необходимые помещения и оборудование**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
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 206, 207, 220 (для проведения лабораторных занятий и выполнения научно-исследовательских работ)	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), рН-метр (иономер Анион 4100), электромеханические мешалки (LM 201, VD LOVENA PRAHA), аппараты Кьельдаля, персональные компьютеры, компьютерный проектор, нагревательная и вытяжная системы для мокрого озоления растительного материала, поляриметр (СМ-2), измельчители растительного материала, дозирующие устройства для дозирования реактивов
Аудитория для самостоятельной работы: Центральная научная 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 беспроводной сети Интернет (wi-fi).
Аудитория для самостоятельной работы: Центральная научная 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: Центральная научная библиотека, компьютерный читальный зал, ком. №144	Зал рассчитан на 32 рабочих места с бесплатным доступом к сети Интернет.

## 11. Методические рекомендации аспирантам по освоению дисциплины (модуля)

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

При подготовке к контрольным работам аспирантам 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. Отметить влияние на химический состав и формирование качества растительной продукции природно-климатических факторов, влагообеспеченности и режимов питания растений.

Для самоконтроля своих знаний аспирантам 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. Отработка пропущенных семинаров и контрольных работ выполняется по графику, утверждённому заведующим кафедрой.

## 12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине (модулю)

Для формирования у аспирантов соответствующих компетенций в результате изучения данной учебной дисциплины рекомендуется применять объяснительно-иллюстративные, проблемные и поисковые модели обучения, на-



правленные на активизацию самостоятельной работы обучаемых, активные и интерактивные формы занятий, указанные в пункте 7.3 . Совокупность форм обучения включает: лекции, семинары, контрольные работы, коллоквиумы по разделам дисциплины.

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

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

**Автор рабочей программы:**

доктор биологических наук, профессор, Новиков Н.Н.

