


федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Мичуринский государственный аграрный университет»

Кафедра садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных
культур

УТВЕРЖДЕНА
решением учебно-методического
совета университета
(протокол от 22 февраля 2024 г. № 6)

УТВЕРЖДАЮ
Председатель учебно-методического
совета университета
 С.В. Соловьёв
«22» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

по научной специальности

4.1.2 Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Мичуринск, 2024 г.

1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Молекулярные методы исследования» являются:

- формирование у обучающихся углубленных профессиональных знаний о молекулярных механизмах реализации генетической информации у вирусов, прокариот и эукариот;
- их использование в исследованиях растительного генома, необходимых для изучения и модификации генотипа сельскохозяйственных растений.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Молекулярные методы исследований» согласно учебному плану по данной научной специальности относится к Образовательному компоненту, 2.1. «Дисциплины (модули)», 2.1.5 Элективные дисциплины (модули).

Дисциплина взаимосвязана с такими дисциплинами, как «Методология научных исследований в селекции, семеноводстве и биотехнологии растений», «История и философия науки», «Селекция сельскохозяйственных растений».

Дисциплина «Молекулярные методы исследований» является необходимой основой для последующего освоения дисциплин: «ДНК-технологии в развитии агробиологии», «Семеноводство сельскохозяйственных культур», а также при подготовке диссертации.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные принципы применения современных молекулярно-генетических методов и технологий в теоретической и практической селекции и растениеводстве;
- законы селекции, разработку, обоснование и внедрение основных элементов селекции растений на научной основе и их адаптацию к конкретным почвенно-климатическим условиям;

уметь:

- обосновывать необходимость использования основных молекулярных методов исследования для изучения и модификации генотипа сельскохозяйственных растений;
- самостоятельно осуществлять сбор, обработку, интерпретацию биологической информации для решения научных и практических задач в области селекции с использованием молекулярно-генетических методов;
- следовать этическим нормам в профессиональной деятельности;
- использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;

владеть:

- техникой работы по основным методам исследования растительного генома, необходимым для изучения и модификации генотипа сельскохозяйственных растений в научно-исследовательской работе по селекции растений.
- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 акад. часов.

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид занятий	Всего акад. часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем	40
Аудиторные занятия, в т.ч.	40
лекции	20
Практические занятия	20
Самостоятельная работа, в т..	68
проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	28
подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, докладам, защите реферата	20
выполнение интерактивных индивидуальных заданий	10
подготовка к сдаче модуля, зачета	10
Вид итогового контроля	зачет

4.2. Лекции

	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций и их содержание	Всего акад. часов
1	Молекулярные методы исследования липидов и углеводов. Общая характеристика класса липидов. Классификация липидов. Общая характеристика класса углеводов. Классификация углеводов.	2
2	Молекулярные методы исследования белков. Роль белковых молекул в функционировании живых организмов. Уровни организации белковой молекулы. Денатурация белков.	2
3	Молекулярные методы исследования нуклеиновых кислот. Первичная структура нуклеиновых кислот. Правила Чаргаффа. Макромолекулярная структура ДНК. Двойная спираль Уотсона – Крика. Принцип комплементарности и его биологическое значение. Макромолекулярная структура РНК.	2
4	Молекулярные методы исследования структуры генома вирусов и прокариот. Типы генетического материала и механизм его репликации у различных вирусов. Типы взаимодействия вируса с клеткой-хозяином. Структура бактериальной хромосомы. Структура прокариотических генов. Бактериальные плазмиды.	2
5	Молекулярные методы исследования структуры генома эукариот. Последовательности нуклеотидов эукариотического генома. Структура эукариотических генов. Геномы органелл эукариот: ДНК митохондрий и хлоропластов.	2
6	Молекулярные методы исследования репликации ДНК. Принципы репликации ДНК. ДНК-полимеразы. Роль ДНК-матрицы и РНК-затравки. Праймазы – РНК-полимеразы. Расплетение двойной спирали ДНК-матрицы хеликазами. Дестабилизирующие белки. Участие топоизомераз. Прерывистый синтез ДНК. Асимметрия репликационной вилки. Фрагменты Оказаки.	1

7	Молекулярные методы исследования транскрипции. Транскрипция как основа регуляции экспрессии генов. Матричный синтез РНК. Стадии транскрипции: инициация, элонгация и терминация. РНК-полимераза – основной фермент транскрипции. Понятия “репрессор”, “активатор”, “оператор”. Способы изменения активности репрессоров и активаторов.	2
8	Молекулярные методы исследования процессинга РНК. Понятие процессинга. Копирование 5'-концевой области. Расщепление и полиаденилирование 3'- области. Экзон-интронное строение кодирующей области предшественника мРНК эукариот. Сплайсинг экзонов. Регуляция экспрессии генов путем альтернативного сплайсинга.	2
9	Молекулярные методы исследования трансляции. Генетический код. Понятие кодона. Триплетность, вырожденность, неперекрываемость кода. Транспортные РНК. Рибосомные РНК. Значение рибосомной РНК. Функциональные активности и функциональные участки рибосом. Рибосомный этап трансляции. Стадии трансляции: инициация, элонгация и терминация. Последовательное считывание мРНК рибосомами. Регуляция трансляции.	1
10	Молекулярные методы исследования репарации ДНК. Типы повреждающих изменений в ДНК (точковые мутации, структурные нарушения) и их последствия. Репарация ДНК – механизм исправления повреждений. Универсальность принципов репарации у про- и эукариот.	2
11	Молекулярные методы трансформации генома. Основные понятия генной инженерии: клонирование, трансформация, вектор. Система модификации-рестрикции бактерий. Анализ нуклеиновых кислот с помощью электрофореза. Автоматическое секвенирование. Определение последовательностей нуклеотидов длинных фрагментов ДНК. Полимеразная цепная реакция. Методы скрининга клонотек к ДНК. Генная инженерия про- и эукариот.	2
Итого:		20

4.3. Лабораторные работы – не предусмотрены

4.4. Практические занятия

№ раздела	Наименование занятия	Всего акад. часов
1	Решение задач по теме «Молекулярные методы исследования липидов и углеводов»	2
2	Решение задач по теме «Молекулярные методы исследования белков»	2
3	Решение задач по теме «Молекулярные методы исследования нуклеиновых кислот»	2
4	Решение задач по теме «Молекулярные методы исследования структуры генома вирусов и прокариот»	2
5	Решение задач по теме «Молекулярные методы исследования структуры генома эукариот»	2
6	Решение задач по теме «Молекулярные методы исследования	2

	репликации ДНК»	
7	Решение задач по теме «Молекулярные методы исследования транскрипции»	2
8	Решение задач по теме «Молекулярные методы исследования процессинга РНК»	2
9	Решение задач по теме «Молекулярные методы исследования трансляции»	1
10	Решение задач по теме «Молекулярные методы исследования репарации ДНК»	1
11	Решение задач по теме «Молекулярные методы трансформации генома»	2
Итого:		20

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ разделов	Вид СР	Всего акад. часов
1. Молекулярные методы исследования липидов и углеводов	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	3
	подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, докладам, защите реферата	2
	выполнение интерактивных индивидуальных заданий	1
	подготовка к сдаче модуля	1
2. Молекулярные методы исследования белков	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	3
	подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, докладам, защите реферата	2
	выполнение интерактивных индивидуальных заданий	1
	подготовка к сдаче модуля	1
3. Молекулярные методы исследования нуклеиновых кислот	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	3
	подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, докладам, защите реферата	2
	выполнение интерактивных индивидуальных заданий	1
	подготовка к сдаче модуля	1
4. Молекулярные методы исследования структуры генома вирусов и прокариот	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	3
	подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, докладам, защите реферата	2
	выполнение интерактивных индивидуальных заданий	1
	подготовка к сдаче модуля	1
5. Молекулярные	проработка учебного материала по дисциплине	3

методы исследования структуры генома эукариот	(конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	
	подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, докладам, защите реферата	2
	выполнение интерактивных индивидуальных заданий	1
	подготовка к сдаче модуля	1
6. Молекулярные методы исследования репликации ДНК	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	3
	подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, докладам, защите реферата	2
	выполнение интерактивных индивидуальных заданий	1
	подготовка к сдаче модуля	1
7. Молекулярные методы исследования транскрипции	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	3
	подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, докладам, защите реферата	2
	выполнение интерактивных индивидуальных заданий	1
	подготовка к сдаче модуля	1
8. Молекулярные методы исследования процессинга РНК	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	3
	подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, докладам, защите реферата	2
	выполнение интерактивных индивидуальных заданий	1
	подготовка к сдаче модуля	1
9. Молекулярные методы исследования трансляции	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	2
	подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, докладам, защите реферата	2
	выполнение интерактивных индивидуальных заданий	1
	подготовка к сдаче модуля	1
10. Молекулярные методы исследования репарации ДНК	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	1
	подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, докладам, защите реферата	1
11. Молекулярные методы трансформации генома	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	1
	подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, докладам, защите реферата	1

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы
по дисциплине:

1. Белосохов Ф.Г. Методические рекомендации по изучению дисциплины «Молекулярные методы исследования» для обучающихся по научной специальности 4.1.2 Селекция, семеноводство и биотехнология растений. - Мичуринск, 2023.

2. Белосохов Ф.Г. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины «Молекулярные методы исследования» и выполнения реферата для обучающихся заочного образования - Мичуринск, 2023.

3. Белосохов Ф.Г. Глоссарий по дисциплине «Молекулярные методы исследования» для обучающихся по научной специальности 4.1.2 Селекция, семеноводство и биотехнология растений. - Мичуринск, 2023.

4.6. Курсовое проектирование – не предусмотрено

4.7. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Молекулярные методы исследования липидов и углеводов.

Общая характеристика класса липидов. Классификация липидов: простые липиды – жиры, воски и стериды; сложные липиды – фосфолипиды и гликолипиды. Локализация липидов в клетке и их биологическое значение.

Жиры (триглицериды). Простые и смешанные триглицериды. Высшие жирные кислоты, входящие в состав триглицеридов (насыщенные – пальмитиновая, стеариновая; ненасыщенные – олеиновая, линолевая, линоленовая). Физические и химические свойства триглицеридов.

Общая характеристика класса углеводов. Классификация углеводов. Моносахариды и их физические и химические свойства. Рибоза, дезоксирибоза. Олигосахариды и их физические и химические свойства. Высшие полисахариды и их свойства. Биологическая роль углеводов.

Раздел 2. Молекулярные методы исследования белков

Роль белковых молекул в функционировании живых организмов. Первичная структура белков. Аминокислотные остатки – мономеры белковых цепей. Аминокислоты, входящие в состав белков, их строение. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Редкие аминокислоты, входящие в состав белков. Аминокислоты, не встречающиеся в белках. Пептидная связь. Полипептидная цепь. Структура и кислотно-основные свойства пептидов. Природные пептиды.

Уровни организации белковой молекулы. Первичная структура как уровень организации белка. Значение изучения первичной структуры белков для решения проблем эволюции и систематики организмов.

Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной связи, определяющие формирование регулярной вторичной структуры. Стерические ограничения и вторичная структура пептидной связи. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры.

Третичная структура белков. Стабильность пространственной структуры белка. Компактность формы. Наличие гидрофобных ядер и полярной оболочки. Присутствие гидрофобных аминокислот в оболочке, их функциональное значение. Природа сил, стабилизирующих трехмерную структуру белка. Гидрофобные взаимодействия. Водородные и солевые связи. Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия. Роль дисульфидных связей в стабилизации третичной структуры некоторых белков. Форма, компактность и динамика молекулы белка. Образование третичной структуры белка из элементов

вторичной структуры. Соотношение между пространственной структурой белка и аминокислотной последовательностью. Схематическое представление пространственной структуры белка.

Четвертичная структура белка. Геометрия четвертичной структуры белка. Взаимодействия между субъединицами, стабилизирующие четвертичную структуру. Структурная организация контактов между субъединицами. Функциональное значение четвертичной структуры белка.

Денатурация белков. Разрушение нативной конформации белков изменением температуры, pH, обработкой химическими веществами. Действие детергентов, спиртов, электролитов.

Самоорганизация пространственной структуры белковых молекул. Ренатурация белка *in vitro*. Предопределенность пространственной структуры белка его аминокислотной последовательностью.

Раздел 3. Молекулярные методы исследования нуклеиновых кислот

Первичная структура нуклеиновых кислот. Нуклеотиды – мономеры нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания; кето-енольная таутомерия. Сахарный компонент нуклеотида; пентозы. Нуклеозиды. Нуклеотиды – фосфорные эфиры нуклеозидов. Различные типы нуклеотидов: нуклеозид-5' (или 3')-монофосфаты; дифосфаты; трифосфаты. Макроэргические связи между альфа- и бета-фосфатами, между бета- и гамма-фосфатами. Строение полинуклеотидной цепи как неразветвленного полимера. Энзиматическая деградация нуклеиновых кислот. Экзонуклеазы и эндонуклеазы. ДНКазы и РНКазы.

Количественное соотношение азотистых оснований в нуклеиновых кислотах. Правила Чаргаффа. Первичная структура биологического полимера. Нуклеотидная последовательность нуклеиновых кислот. Азотистые основания и водородные связи между ними. Уотсон-Криковские комплементарные пары оснований.

Макромолекулярная структура ДНК. Двойная спираль Уотсона – Крика. Принцип комплементарности и его биологическое значение. Реализация водородных связей и гидрофобных взаимодействий. Антипараллельные цепи с идентичным информационным содержанием. Спирализация. Параметры спирали.

Денатурация двуспиральной ДНК. Ренатурация ДНК. Молекулярная гибридизация ДНК. Установление сходства нуклеотидной последовательности цепей ДНК путем молекулярной гибридизации. Гибридизация РНК-ДНК.

Макромолекулярная структура РНК. Одноцепочечность РНК. Спирализация в РНК (вторичная структура). Внутрицепочечные комплементарные взаимодействия. Петли, дефекты и внутренние петли шпилек РНК.

Раздел 4. Молекулярные методы исследования структуры генома вирусов и прокариот

Типы генетического материала и механизм его репликации у различных вирусов. Типы взаимодействия вируса с клеткой-хозяином. Характеристика некоторых вирусов. Происхождение вирусов и их роль в эволюции.

Структура бактериальной хромосомы. Структура прокариотических генов. Бактериальные плазмиды. IS-элементы и транспозоны бактерий.

Раздел 5. Молекулярные методы исследования структуры генома эукариот

Кинетика реассоциации денатурированной ДНК и сложность генома эукариот. Последовательности нуклеотидов эукариотического генома. Структура эукариотических генов. Геномы органелл эукариот: ДНК митохондрий и хлоропластов.

Раздел 6. Молекулярные методы исследования репликации ДНК

Молекулярные методы исследования репликации ДНК – основа размножения живых организмов, передачи наследственных свойств из поколения в поколение и

развития многоклеточного организма из зиготы. Жесткая связь между репликацией и сегрегацией генома. Блокировка повторной репликации ДНК. Единица репликации – репликон. Единственный репликон бактерий и множество репликонов эукариот. Контроль репликации на уровне инициации. Размеры репликонов. Рекомбинационные единицы. Упорядоченная инициация их репликации в S-фазе клеточного цикла.

Полуконсервативный механизм репликации (опыт Мезельсона и Сталь, 1958 г.). Расхождение цепей ДНК. Точка начала репликации – участок связывания инициаторного белка. Репликативная вилка. Одно- и двунаправленная репликация.

Принципы репликации ДНК. ДНК-полимеразы. Роль ДНК-матрицы и РНК-затравки. Дезоксинуклеозидтрифосфаты как субстраты. Синтез ДНК как последовательное присоединение нуклеотидов к 3'-ОН-концу затравки. Образование комплементарного продукта. Уровень точности репликации ДНК. Корректирующая 3'-5' экзонуклеазная активность ДНК-полимераз. Праймазы – РНК-полимеразы, образующие РНК-затравки для инициации синтеза ДНК. Расплетение двойной спирали ДНК-матрицы хеликазами. Дестабилизирующие белки. Участие топоизомераз. Прерывистый синтез ДНК. Асимметрия репликационной вилки. Фрагменты Оказаки.

ДНК-полимеразы *E. coli* – I (фермент Корнберга), II и III. Их четвертичная структура, количество молекул на клетку. Универсальные ферментативные активности – 5'-3'-полимеризующая (элонгация) и 3'-5'-экзонуклеазная (корректирующая). Уникальная 5'-3'-экзонуклеазная активность ДНК-полимеразы I. Функции ДНК-полимераз в клетке *E. coli*: роль ДНК-полимеразы I в удалении дефектов при репарации и РНК-затравки при репликации; II – в репарации; III – в репликации (репликаза с высокой процессивностью и скоростью полимеризации).

Детальная картина синтеза ДНК в репликативной вилке *E. coli*. Хеликазы – «шагающие» аллостерические белки. Праймосома – комплекс хеликазы и праймазы на запаздывающей цепи. Хеликаза *rep* на ведущей цепи. Строение ДНК-полимеразы III и ее функционирование в репликативной вилке холофермента. Минимальный фермент, связывающий белок, гамма-комплекс, бета-зажим.

Механизм обеспечения согласованного синтеза ведущей и отстающей цепи. Реплисома. Завершение синтеза запаздывающей цепи из фрагментов Оказаки. Совместное действие ДНК-полимеразы I и РНКазы H. ДНК-лигаза и механизмы ее действия.

Особенности репликации ДНК у эукариот.

Раздел 7. Молекулярные методы исследования транскрипции

Транскрипция как основа регуляции экспрессии генов. Матричный синтез РНК. Комплементарность продукта РНК-полимеразной реакции матрице. Стадии транскрипции: инициация, элонгация и терминация. РНК-полимераза – основной фермент транскрипции.

Транскрипция у эубактерий. Понятие оперонов и полицистронных мРНК. Промотор и терминатор транскрипции. Примеры регуляции активности генов с использованием набора сигма-субъединиц. Структура промоторов: области нуклеотидов (–35) и (–10). Структура терминаторов.

Инициация транскрипции: этапы. Оперон как способ регуляции транскрипции. Регуляция активности генов *E. coli*, утилизирующих лактозу. Лас-оперон *E. coli*. Схема Жакоба-Моно. Понятия “репрессор”, “активатор”, “оператор”. Способы изменения активности репрессоров и активаторов. Примеры регуляции активности оперонов на стадии инициации. Факторы, действующие на значительном расстоянии. Сопряжение транскрипции и трансляции. Понятие «аттенюации». Элонгация: факторы элонгации. Терминация: фактор-зависимая и фактор-независимая.

Транскрипция у эукариот. Транскрипционная активность гетеро- и эухроматина. Созревание РНК и транспорт РНК из ядра в цитоплазму. РНК-полимеразы клеток

эукариот. Функции РНК-полимераз I, II и III в клетке. Субъединичный состав РНК-полимераз I, II и III. Общие субъединицы. Промоторы РНК-полимеразы II. Типы промоторов, особенности их строения. Понятие: «основные факторы инициации» транскрипции. Основные факторы инициации транскрипции РНК-полимеразы II. Этапы инициации транскрипции на примере РНК-полимеразы II. Взаимодействие основных факторов транскрипции при инициации. Дополнительные факторы инициации, места связывания факторов транскрипции. Удаленные места связывания факторов. Способы изменения активности факторов. Транскрипционная активность гена есть результат взаимодействия активаторов и ингибиторов транскрипции. Особенности регуляции транскрипции в многоклеточных организмах. Гены «домашнего хозяйства». Элонгация. Факторы элонгации. Терминация транскрипции.

Раздел 8. Молекулярные методы исследования процессинга РНК

Понятие процессинга. Процессинг мРНК эукариот из гетерогенной ядерной РНК (гЯРНК). Кэпирование 5'-концевой области: повышение эффективности трансляции и защита транскрипта от деградации. Строение «кэпа». Расщепление и полиаденилирование 3'- области. Сигнал полиаденилирования. ПолиА-полимераза- фермент расщепления и полиаденилирования. Деградация 3'-концевой области. Значение полиаденилирования для стабилизации транскрипта и его транспорта в цитоплазму. Регуляция экспрессии гена на стадии процессинга 3'-конца: наличие нескольких сигналов полиаденилирования.

Экзон-интронное строение кодирующей области предшественника мРНК эукариот. Сплайсинг экзонов. Механизм сплайсинга с образованием лассо-интрона. Сплайсосома.

Регуляция экспрессии генов путем альтернативного сплайсинга. Образование тканеспецифических изоформ белка. Экономичное использование РНК-предшественника. Включение и выключение генов. Регулируемый белками каскад процессов альтернативного сплайсинга. Интроны как предшественники мРНК. Пересмотр понятия «один ген – один белок». Современное определение гена.

Раздел 9. Молекулярные методы исследования трансляции

Биосинтез белков как наиболее сложный и энергоемкий процесс реализации генетической информации, протекающий с высокой скоростью и точностью. Фундаментальные открытия 50-х годов: рибосомы как место синтеза белков; активация аминокислот путем образования аминоацил-тРНК; адапторная гипотеза Крика.

Генетический код. Экспериментальная расшифровка генетического кода в опытах Бреннера и Крика на мутантах бактериофага T4 (1961 г.). Понятие кодона. Триплетность, вырожденность, неперекрываемость кода без запятых. Установление «универсального» кодового словаря (бактерии, цитоплазма эукариот). Терминаторные кодоны. Семь кодонов.

Транспортные РНК. Понятие антикодона тРНК. Его расположение во вторичной и третичной структуре тРНК. Кодон-антикодонные взаимодействия. Гипотеза нестрогого соответствия Крика: неоднозначное спаривание первого нуклеотида антикодона с третьим нуклеотидом кодона. Особенности этих положений антикодона и кодона. Правила кодон-антикодонного спаривания Крика и их некоторые следствия.

Понятие трансляции. Химические реакции биосинтеза белков. Транспортные РНК. Адапторная гипотеза Крика и ее доказательство. Структура тРНК. Первичная структура: длина цепей, 3'-конец, «минорные» нуклеотиды, консервативные участки; вторичная структура: «клеверный лист», двуспиральные и односпиральные участки, каноническое и неканоническое спаривание оснований. Реакции аминоацилирования тРНК: активирование аминокислот с образованием аминоациладенилатов и перенос аминоацильных остатков на тРНК. Структурная комплементарность тРНК и аминоацил-тРНК-синтетаз.

Рибосомный этап трансляции. Стадии трансляции: инициация, элонгация и терминация. Последовательное считывание мРНК рибосомами. Полирибосомы. Рабочий (элонгационный) цикл рибосомы.

Структура рибосомы. Локализация рибосом в клетке. Свободные и мембраносвязанные рибосомы. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Рибосомы митохондрий и хлоропластов. Размер и подразделение рибосом на две субчастицы. Модели объединения субчастиц в целую рибосому.

Рибосомные РНК. Значение рибосомной РНК. Функциональные активности и функциональные участки рибосом. Функции связывания: связывание и удержание матричного полинуклеотида (мРНК-связывающий участок); удержание пептидил-тРНК или деацелированной тРНК (тРНК-связывающий Р-участок); связывание аминоксил-тРНК (тРНК-связывающий А-участок), связывание белковых факторов трансляции и ГТФ (фактор-связывающий участок).

Элонгационный цикл рибосомы. Последовательность событий и молекулярные механизмы: перебор тРНК; узнавание антикодона; отбор правильного кодон-антикодонного комплекса. Транспептидация (образование пептидной связи). Транслокация. Передвижение матрицы при транслокации. Модель динамической работы рибосомы в элонгационном цикле.

Инициация трансляции. Значение инициации трансляции. Иницирующие кодоны и их положение в мРНК про- и эукариот. Инициаторные тРНК и инициаторы трансляции. Белковые факторы инициации. Состояние рибосом перед инициацией. Инициация трансляции у прокариот. Ассоциация прокариотической 30S-субчастицы рибосомы с матричным полинуклеотидом. Последовательность событий в процессе инициации у прокариот. Инициация трансляции у эукариот.

Терминация трансляции. Про- и эукариотические белковые факторы терминации; узнаваемые ими терминирующие кодоны. Связывание факторов терминации в А-участке рибосомы. Гидролиз пептидил-тРНК. Освобождение лигандов. Диссоциация субчастиц.

Регуляция трансляции у прокариот. Скорость распада мРНК в изменяющихся условиях среды и регуляция использования мРНК на стадии инициации. Участок связывания рибосомы (RBS) мРНК. Эхансеры за пределами RBS. Изменение вторичной структуры мРНК: трансляционное сопряжение, вовлечение в шпильки инициаторных и терминирующих кодонов. Трансляционные репрессоры: аутогенная регуляция трансляции структурными белками рибосом *E. coli*.

Регуляция трансляции у эукариот на стадии инициации.

Раздел 10. Молекулярные методы исследования репарации ДНК

Система рестрикции-модификации у зубактерий. Ее значение для уничтожения чужеродной ДНК. S-аденозилметионин – донор метильных групп. Системы рестрикции трех типов. Метилазы и рестриктазы типа II – отдельные ферменты. Узнавание и разрезание рестриктазами типа II коротких специфических (обычно полиндромных) последовательностей (4-6 пар оснований) с образованием “липких” или “тупых” концов.

Репарация ДНК – механизм исправления повреждений в ней. Типы повреждающих изменений в ДНК (точковые мутации, структурные нарушения) и их последствия. Универсальность принципов репарации у про- и эукариот. Эффективность систем репарации. Некоторые типы спонтанных и индуцируемых повреждений ДНК и их прямой реактивации.

Раздел 11. Молекулярные методы трансформации генома

Основные понятия генной инженерии: клонирование, трансформация, вектор. Основные свойства векторов, используемых в генной инженерии.

Система модификации-рестрикции бактерий. Способы встраивания чужеродной ДНК в вектор.

Анализ нуклеиновых кислот с помощью электрофореза. Агарозные и акриламидные гели. Методы визуализации нуклеиновых кислот в геле.

Плавление ДНК. Температура плавления, интервал плавления. Саузерн- и Нозерн-гибридизация. Использование изотопов и флюоресцентных красителей. Создание геномных клонотек, покрывающих геном. Скрининг геномных клонотек.

Определение последовательности нуклеотидов. Метод полимеразной достройки ДНК с использованием модифицированных нуклеотидов-терминаторов (метод Сэнгера), метод специфической химической модификации оснований с последующим расщеплением ДНК (метод Максама-Гильберта). Автоматическое секвенирование. Определение последовательностей нуклеотидов длинных фрагментов ДНК.

Полимеразная цепная реакция. Области применения. Основные параметры реакции. Термостабильные ДНК-полимеразы.

Создание клонотек кДНК. Методы скрининга клонотек кДНК: гибридизация нуклеиновых кислот, иммунологическая детекция специфических антигенов, гомологичная рекомбинация, отбор по продуцированию биологически активных молекул. Метод «футпринтинга».

Генная инженерия высших эукариот. Модельные организмы. Регуляция экспрессии внесенных генов. Оценка и возможное уменьшение биологического риска, связанного с созданием и распространением рекомбинантной ДНК.

5. Образовательные технологии

Вид учебной работы	Образовательные технологии
Лекции	Электронные материалы, использование мультимедийных средств
Практические занятия	Выполнение групповых аудиторных заданий, индивидуальные доклады, тестирование
Самостоятельные работы	Презентация и защита результатов самостоятельной работы на занятиях

6. Фонд оценочных средств дисциплины

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

«Молекулярные методы исследования»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочное средство	
		наименование	кол-во вопросов
1	Молекулярные методы исследования липидов и углеводов	Тестовые задания	5
		Реферат	2
		Вопросы для зачета	7
2	Молекулярные методы исследования белков	Тестовые задания	10
		Реферат	2
		Вопросы для зачета	7
3	Молекулярные методы исследования нуклеиновых кислот	Тестовые задания	10
		Реферат	2
		Вопросы для зачета	7
4	Молекулярные методы исследования структуры генома вирусов и прокариот	Тестовые задания	10
		Реферат	2
		Вопросы для зачета	7
5	Молекулярные методы исследования структуры	Тестовые задания	10

	генома эукариот	Реферат Вопросы для зачета	2 7
6	Молекулярные методы исследования репликации ДНК	Тестовые задания Реферат Вопросы для зачета	10 2 7
7	Молекулярные методы исследования транскрипции	Тестовые задания Реферат Вопросы для зачета	10 2 5
8	Молекулярные методы исследования процессинга РНК	Тестовые задания Реферат Вопросы для зачета	10 2 7
9	Молекулярные методы исследования трансляции	Тестовые задания Реферат Вопросы для зачета	10 2 7
10	Молекулярные методы исследования репарации ДНК	Тестовые задания Реферат Вопросы для зачета	5 2 7
11	Молекулярные методы трансформации генома	Тестовые задания Реферат Вопросы для зачета	10 5 7
	Промежуточная аттестация	Зачет	77

6.2. Перечень вопросов для зачета

1. Молекулярные методы исследования в биологии, их характеристика как методов, исследования биополимеров, их компонентов и комплексов, структуры и функции генов и геномов.
2. Задачи молекулярных методов исследования в растениеводстве: познание основных закономерностей жизнедеятельности растительных организмов, разработка и совершенствование методов создания геномных конструкций, управления экспрессией генов.
3. Локализация генов в хромосомах. Принцип линейного фиксированного расположения генов в хромосоме. Корреляция между воздействиями на ДНК и мутациями у высших организмов.
4. Трансформация бактерий с помощью чистой ДНК. Опыт Эвери, Мак-Леода и Мак-Карти.
5. Заражение бактерии бактериофаговой ДНК. Опыт Херши и Чейз. «Физическое» картирование генов.
6. Постгеномная эра биологии. Геномика. Протеомика. Стабильность генома и динамичность протеома.
7. Биоинформатика: сравнение последовательностей нуклеотидов, сравнение последовательностей аминокислотных остатков. Идентификация функциональных областей генома на основе нуклеотидного состава. Выявление функционально значимых участков белков. Банки данных.
8. Новые молекулярно-биологические сельскохозяйственные биотехнологии.
9. Роль белковых молекул в функционировании живых организмов. Первичная структура белков. Аминокислотные остатки – мономеры белковых цепей.
10. Аминокислоты, входящие в состав белков, их строение. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Пептидная связь. Полипептидная цепь.
11. Уровни организации белковой молекулы. Первичная структура как уровень организации белка. Количественное определение аминокислотного состава белков.

- Использование автоматических анализаторов. Гидролитическое расщепление белка с помощью протеолитических ферментов. Определение первичной структуры пептидов.
12. Значение изучения первичной структуры белков для решения проблем эволюции и систематики организмов.
 13. Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной связи, определяющие формирование регулярной вторичной структуры. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры. Проблема стабильности вторичной структуры. Экспериментальные методы изучения вторичной структуры белков.
 14. Третичная структура белков. Стабильность пространственной структуры белка. Компактность формы. Наличие гидрофобных ядер и полярной оболочки. Присутствие гидрофобных аминокислот в оболочке, их функциональное значение.
 15. Природа сил, стабилизирующих трехмерную структуру белка. Гидрофобные взаимодействия. Водородные и солевые связи. Ван-дер-ваальсовы взаимодействия. Роль дисульфидных связей в стабилизации третичной структуры некоторых белков.
 16. Форма, компактность и динамика молекулы белка. Методы исследования пространственной структуры белка. Образование третичной структуры белка из элементов вторичной структуры. Соотношение между пространственной структурой белка и аминокислотной последовательностью. Схематическое представление пространственной структуры белка.
 17. Четвертичная структура белка. Геометрия четвертичной структуры белка. Взаимодействия между субъединицами, стабилизирующие четвертичную структуру. Структурная организация контактов между субъединицами. Функциональное значение четвертичной структуры белка.
 18. Денатурация белков. Разрушение нативной конформации белков изменением температуры, pH, обработкой мочевиной, гуанидинхлоридом. Действие детергентов (ПАВ), спиртов, электролитов.
 19. Самоорганизация пространственной структуры белковых молекул. Ренатурация белка *in vitro*. Предопределенность пространственной структуры белка его аминокислотной последовательностью.
 20. Первичная структура нуклеиновых кислот. Нуклеотиды – мономеры нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания.
 21. Сахарный компонент нуклеотида; пентозы. Нуклеозиды. Нуклеотиды – фосфорные эфиры нуклеозидов. Различные типы нуклеотидов: нуклеозид-5' (или 3')-монофосфаты; дифосфаты; трифосфаты. Макроэргические связи между альфа- и бета-фосфатами, между бета- и гамма-фосфатами.
 22. Строение полинуклеотидной цепи как неразветвленного полимера. Энзиматическая деградация нуклеиновых кислот. Экзонуклеазы и эндонуклеазы. ДНКазы и РНКазы.
 23. Количественное соотношение азотистых оснований в нуклеиновых кислотах. Правила Чаргаффа. Первичная структура биологического полимера. Нуклеотидная последовательность нуклеиновых кислот.
 24. Определение нуклеотидной последовательности ДНК химическим секвенированием по Максаму-Гилберту и методом дидезокситерминирования цепи по Сэнгеру. Флуоресцентная детекция. Автоматическое секвенирование. Азотистые основания и водородные связи между ними. Уотсон-Криковские комплементарные пары оснований.
 25. Макромолекулярная структура ДНК. Двойная спираль Уотсона – Крика. Принцип комплементарности и его биологическое значение. Реализация водородных связей

- и гидрофобных взаимодействий. Антипараллельные цепи с идентичным информационным содержанием. Спирализация. Параметры спирали.
26. Денатурация двуспиральной ДНК. Ренатурация ДНК. Молекулярная гибридизация ДНК. Установление сходства нуклеотидной последовательности цепей ДНК путем молекулярной гибридизации. Гибридизация РНК-ДНК.
 27. Макромолекулярная структура РНК. Одноцепочечность РНК. Спирализация в РНК (вторичная структура). Внутрицепочечные комплементарные взаимодействия. Петли и внутренние петли шпилек РНК.
 28. Последовательности нуклеотидов эукариотического генома. Структура эукариотических генов. Геномы органелл эукариот: ДНК митохондрий и хлоропластов.
 29. Молекулярные методы исследования репликации ДНК – основа размножения живых организмов, передачи наследственных свойств из поколения в поколение и развития многоклеточного организма из зиготы. Жесткая связь между репликацией и сегрегацией генома.
 30. Единица репликации – репликон. Единственный репликон бактерий и множество репликонов эукариот. Контроль репликации на уровне инициации.
 31. Полуконсервативный механизм репликации (опыт Мезельсона и Сталь, 1958 г.). Расхождение цепей ДНК. Точка начала репликации – участок связывания инициаторного белка. Репликативная вилка. Одно- и двунаправленная репликация.
 32. Принципы репликации ДНК. ДНК-полимеразы. Роль ДНК-матрицы и РНК-затравки. Дезоксинуклеозидтрифосфаты как субстраты.
 33. Синтез ДНК как последовательное присоединение нуклеотидов к 3'-ОН-концу затравки. Образование комплементарного продукта. Уровень точности репликации ДНК. Корректирующая 3'-5' экзонуклеазная активность ДНК-полимераз.
 34. Праймазы – РНК-полимеразы, образующие РНК-затравки для инициации синтеза ДНК.
 35. Расплетение двойной спирали ДНК-матрицы хеликазами. Дестабилизирующие белки. Участие топоизомераз.
 36. Прерывистый синтез ДНК. Асимметрия репликационной вилки. Фрагменты Оказаки. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
 37. ДНК-полимеразы *E. coli* – I (фермент Корнберга) II и III. Их четвертичная структура.
 38. Универсальные ферментативные активности ДНК-полимераз – 5'-3'-полимеризующая (элонгация) и 3'-5'-экзонуклеазная (корректирующая). Уникальная 5'-3'-экзонуклеазная активность ДНК-полимеразы I.
 39. Функции ДНК-полимераз в клетке *E. coli*: роль ДНК-полимеразы I в удалении дефектов при репарации и РНК-затравки при репликации; II – в репарации; III – в репликации (репликаза с высокой процессивностью и скоростью полимеризации).
 40. Детальная картина синтеза ДНК в репликативной вилке *E. coli*. Хеликазы – «шагающие» аллостерические белки. Праймосома – комплекс хеликазы и праймазы на запаздывающей цепи. Хеликаза на ведущей цепи.
 41. Строение ДНК-полимеразы III и ее функционирование в репликативной вилке холофермента. Минимальный фермент, связующий белок, гамма-комплекс, бета-зажим.
 42. Механизм обеспечения согласованного синтеза ведущей и отстающей цепи. Реплисома. Завершение синтеза запаздывающей цепи из фрагментов Оказаки. Совместное действие ДНК-полимеразы I и РНКазы H. ДНК-лигаза и механизмы ее действия.

43. Транскрипция как основа регуляции экспрессии генов. Матричный синтез РНК. Комплементарность продукта РНК-полимеразной реакции матрице. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
44. Стадии транскрипции: инициация, элонгация и терминация. РНК-полимераза – основной фермент транскрипции. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
45. Транскрипция у эубактерий. Понятие оперонов и полицистронных мРНК. Промотор и терминатор транскрипции. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
46. Примеры регуляции активности генов с использованием набора сигма-субъединиц. Структура промоторов: области нуклеотидов (-35) и (-10). Структура терминаторов. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
47. Инициация транскрипции: этапы. Оперон как способ регуляции транскрипции. Примеры оперонов: оперон рРНК, опероны рибосомных белков и «лишние» гены в составе этих оперонов. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
48. Регуляция активности генов *E. coli*, утилизирующих лактозу. Лас-оперон *E. coli*. Схема Жакоба-Моно. Понятия “репрессор”, “активатор”, “оператор”. Способы изменения активности репрессоров и активаторов. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
49. Примеры регуляции активности оперонов на стадии инициации. Сопряжение транскрипции и трансляции. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
50. Понятие «аттенюации». Элонгация: факторы элонгации. Терминация: фактор-зависимая и фактор-независимая. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
51. Транскрипция у эукариот. Транскрипционная активность гетеро- и эухроматина. Созревание РНК и транспорт РНК из ядра в цитоплазму. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
52. РНК-полимеразы клеток эукариот. Функции РНК-полимераз I, II и III в клетке. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
53. Субъединичный состав РНК-полимераз I, II и III. Общие субъединицы. Промоторы РНК-полимеразы II. Типы промоторов, особенности их строения. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
54. Понятие: «основные факторы инициации» транскрипции. Основные факторы инициации транскрипции РНК-полимеразы II. Этапы инициации транскрипции на примере РНК-полимеразы II. Взаимодействие основных факторов транскрипции при инициации. Дополнительные факторы инициации, места связывания факторов транскрипции. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
55. Способы изменения активности факторов. Транскрипционная активность гена есть результат взаимодействия активаторов и ингибиторов транскрипции. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
56. Особенности регуляции транскрипции в многоклеточных организмах. Гены «домашнего хозяйства». Элонгация. Факторы элонгации. Терминация транскрипции. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
57. Понятие процессинга. Процессинг мРНК эукариот из гетерогенной ядерной РНК (гяРНК). Регуляция экспрессии гена на стадии процессинга 3'-конца. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
58. Экзон-интронное строение кодирующей области предшественника мРНК эукариот. Сплайсинг-экзонов. Механизм сплайсинга с образованием лассо-интрона. Сплайсосома. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
59. Регуляция экспрессии генов путем альтернативного сплайсинга. Образование тканеспецифических изоформ белка. Экономичное использование РНК-предшественника. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
60. Включение и выключение генов. Регулируемый белками каскад процессов альтернативного сплайсинга. Интроны как предшественники мРНК. Пересмотр

- понятия «один ген – один белок». Современное определение гена. (УК-4, УК-5, ОПК-5, ПК-1)
61. Биосинтез белков как наиболее сложный и энергоемкий процесс реализации генетической информации, протекающий с высокой скоростью и точностью. Фундаментальные открытия 50-х годов: рибосомы как место синтеза белков; активация аминокислот путем образования аминоацил-тРНК.
 62. Генетический код. Экспериментальная расшифровка генетического кода (1961 г.). Понятие кодона. Триплетность, вырожденность, неперекрываемость кода без запятых. Установление «универсального» кодового словаря (бактерии, цитоплазма эукариот). Терминаторные кодоны.
 63. Транспортные РНК. Понятие антикодона тРНК. Его расположение во вторичной и третичной структуре тРНК. Кодон-антикодоновые взаимодействия. Правила кодон-антикодонного спаривания Крика и их некоторые следствия
 64. Транспортные РНК. Структура тРНК. Первичная структура: длина цепей; вторичная структура: «клеверный лист», двуспиральные и односпиральные участки.
 65. Реакции аминоацилирования тРНК: активирование аминокислот с образованием аминоациладенилатов и перенос аминоацильных остатков на тРНК. Структурная комплементарность тРНК и аминоацил-тРНК-синтетаз.
 66. Рибосомный этап трансляции. Стадии трансляции: инициация, элонгация и терминация. Последовательное считывание мРНК рибосомами. Полирибосомы. Рабочий (элонгационный) цикл рибосомы.
 67. Структура рибосомы. Локализация рибосом в клетке. Размер и подразделение рибосом на две субчастицы. Модели объединения субчастиц в целую рибосому.
 68. Рибосомные РНК. Значение рибосомной РНК. Функциональные активности и функциональные участки рибосом. Функции связывания: связывание и удержание матричного полинуклеотида (мРНК-связывающий участок).
 69. Функции связывания: удержание пептидил-тРНК или деацелированной тРНК (тРНК-связывающий Р-участок).
 70. Функции связывания: связывание аминоацил-тРНК (тРНК-связывающий А-участок).
 71. Функции связывания: связывание белковых факторов трансляции и ГТФ (фактор-связывающий участок).
 72. Элонгационный цикл рибосомы. Последовательность событий и молекулярные механизмы: перебор тРНК; узнавание антикодона; отбор правильного кодон-антикодонного комплекса. Транспептидация (образование пептидной связи). Транслокация. Передвижение матрицы при транслокации. Модель динамической работы рибосомы в элонгационном цикле.
 73. Инициация трансляции. Значение инициации трансляции. Иницирующие кодоны и их положение в мРНК про- и эукариот. Инициаторные тРНК и инициаторы трансляции. Белковые факторы инициации. Состояние рибосом перед инициацией.
 74. Инициация трансляции у прокариот. Ассоциация прокариотической 30S-субчастицы рибосомы с матричным полинуклеотидом. Последовательность событий в процессе инициации у прокариот. Инициация трансляции у эукариот.
 75. Терминация трансляции. Про- и эукариотические белковые факторы терминации; узнаваемые ими терминирующие кодоны. Связывание факторов терминации в А-участке рибосомы. Гидролиз пептидил-тРНК. Освобождение лигандов. Диссоциация субчастиц.

6.3. Шкала оценочных средств

Оценка знаний, умений, навыков	Критерии оценивания	
<p>Продвинутый (75-100 баллов)</p> <p>соответствует оценке «зачтено»</p>	<p>Отлично знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках; <p>Отлично умеет:</p> <p>пользоваться способностью практического применения законов селекции, разработки, обоснования и внедрения основных элементов селекции растений на научной основе и их адаптация к конкретным почвенно-климатическим условиям;</p> <p>Отлично владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования. 	<p>Тестовые задания (31-40)</p> <p>Реферат (9-10)</p> <p>Вопросы для зачета (35-50) баллов</p>
<p>Базовый (50-74 балла) –</p> <p>соответствует оценке «зачтено»</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Хорошо знает современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках; <p>Хорошо умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пользоваться способностью практического применения законов селекции, разработки, обоснования и внедрения основных элементов селекции растений на научной основе и их адаптация к конкретным почвенно-климатическим условиям; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования. 	<p>Тестовые задания (21-30)</p> <p>Реферат (7-10)</p> <p>Вопросы для зачета (22-34)</p>
<p>Пороговый (35-49 баллов) –</p> <p>соответствует оценке «зачтено»</p>	<p>Удовлетворительно знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках; <p>Удовлетворительно умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> пользоваться способностью практического применения законов селекции, разработки, обоснования и внедрения основных элементов селекции растений на научной основе и их адаптация к конкретным почвенно-климатическим условиям; <p>Удовлетворительно владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования. 	<p>Тестовые задания (11-20)</p> <p>Реферат (5-8)</p> <p>Вопросы для зачета (19-21)</p>
<p>Низкий (до пороговый)</p>	<p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> современные методы и технологии научной 	<p>Тестовые задания (0-10)</p>

(компетенция не сформирована) (менее 35 баллов) – соответствует оценке «не зачтено»	коммуникации на государственном и иностранном языках; не умеет: - пользоваться способностью практического применения законов селекции, разработки, обоснования и внедрения основных элементов селекции растений на научной основе и их адаптация к конкретным почвенно-климатическим условиям; Не владеет: - готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.	Реферат (0-6) Экзаменационные билеты– (0-18)
---	---	---

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлениям подготовки реализация компетентностного подхода с необходимостью предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и других инновационных технологий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития личностных и профессиональных навыков обучающихся.

7.1. Основная учебная литература:

1. Белосохов Ф.Г. УМК по дисциплине «Молекулярные методы исследования» для обучающихся по научной специальности 4.1.2 Селекция, семеноводство и биотехнология растений. - Мичуринск, 2023.
2. Научные основы биотехнологии. Часть I. Нанотехнологии в биологии: учебное пособие / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова и др. – Издательство: МПГУ, Прометей, 2014. - 264 с.

7.2. Дополнительная учебная литература:

1. Попов В. Н. Методы молекулярно-биологических и генно-инженерных исследований. [Электронный ресурс] / А.Т. Епринцев, Е.А. Москалев, В.Н. Попов. — Воронеж: Лаборатория оперативной полиграфии Воронежского государственного университета, 2005. — 52 с.— Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/203443>
2. Филиппова Н. П. Молекулярная биология с основами генной инженерии. Методические указания по самостоятельному изучению дисциплины и задания для контрольной работы студентам очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 111900.62 «Ветеринарно-санитарная экспертиза» (бакалавриат) [Электронный ресурс] / Н. П. Филиппова. — М.: ПРОМЕДИА, 2014. — 40 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/302062>
3. Скворцова, Н.Н. Основы биохимии и молекулярной биологии. Ч. I. Химические компоненты клетки: учебное пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб.: НИУ ИТМО, 2016. — 154 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/91337>

7.3. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Белосохов Ф.Г. Методические рекомендации по изучению дисциплины «Молекулярные методы исследования» для обучающихся по научной специальности 4.1.2 Селекция, семеноводство и биотехнология растений. - Мичуринск, 2023.

2. Белосохов Ф.Г. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины «Молекулярные методы исследования» и выполнения реферата для обучающихся заочного образования - Мичуринск, 2023.

3. Белосохов Ф.Г. Глоссарий по дисциплине «Молекулярные методы исследования» для обучающихся по научной специальности 4.1.2 Селекция, семеноводство и биотехнология растений. - Мичуринск, 2023.

7.4. Информационные и цифровые технологии (программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы)

Учебная дисциплина (модуль) предусматривает освоение информационных и цифровых технологий. Реализация цифровых технологий в образовательном пространстве является одной из важнейших целей образования, дающей возможность развивать конкурентоспособные качества обучающихся как будущих высококвалифицированных специалистов.

Цифровые технологии предусматривают развитие навыков эффективного решения задач профессионального, социального, личного характера с использованием различных видов коммуникационных технологий. Освоение цифровых технологий в рамках данной дисциплины (модуля) ориентировано на способность безопасно и надлежащим образом получать доступ, управлять, интегрировать, обмениваться, оценивать и создавать информацию с помощью цифровых устройств и сетевых технологий. Формирование цифровой компетентности предполагает работу с данными, владение инструментами для коммуникации.

7.4.1. Электронно-библиотечная системы и базы данных

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг от 10.03.2020 № ЭБ СУ 437/20/25 (Сетевая электронная библиотека)

2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям ООО «Издательство Лань» от 03.04.2023 № 1)

3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям ООО «Издательство Лань» от 06.04.2023 № 2)

4. База данных электронных информационных ресурсов ФГБНУ ЦНСХБ (договор по обеспечению доступа к электронным информационным ресурсам ФГБНУ ЦНСХБ через терминал удаленного доступа (ТУД ФГБНУ ЦНСХБ) от 07.04.2023 № б/н)

5. Электронно-библиотечная система «AgriLib» ФГБОУ ВО РГАЗУ (<http://ebs.rgazu.ru/>) (дополнительное соглашение на предоставление доступа от 13.04.2023 № б/н к Лицензионному договору от 04.07.2013 № 27)

6. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»: Коллекции «Базовый массив» и «Колос-с. Сельское хозяйство» (<https://rucont.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа от 04.04.2023 № 2702/бп22)

7. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 06.04.2023 № 6)

8. Электронно-библиотечная система «Вернадский» (<https://vernadsky-lib.ru>) (договор на безвозмездное использование произведений от 26.03.2020 № 14/20/25)

9. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 01.08.2018 № 101/НЭБ/4712)

10. Соглашение о сотрудничестве по оказанию библиотечно-информационных и социокультурных услуг пользователям университета из числа инвалидов по зрению, слабовидящих, инвалидов других категорий с ограниченным доступом к информации, лиц, имеющих трудности с чтением плоскочечатного текста ТОГБУК «Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина» (<https://www.tambovlib.ru>) (соглашение о сотрудничестве от 16.09.2021 № б/н)

7.4.2. Информационные справочные системы

1. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 03.02.2023 № 11481 /13900/ЭС)

2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 22.12.2022 № 194-01/2023)

7.5.3. Современные профессиональные базы данных

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 11.07.2022 № 530/2022)

2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования - <https://elibrary.ru/>

3. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru/>

4. Открытые данные Федеральной службы государственной статистики - <https://rosstat.gov.ru/opendata>

7.4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)	Реквизиты подтверждающего документа (при наличии)
1	Microsoft Windows, Office Professional	Microsoft Corporation	Лицензионное	-	Лицензия от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бессрочно
2	Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	АО «Лаборатория Касперского» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphphrase_id=415165	Сублицензионный договор с ООО «Софттекс» от 06.07.2022 № б/н, срок действия: с 22.11.2022 по 22.11.2023
3	МойОфис Стандартный - Офисный пакет для работы с документами и почтой	ООО «Новые облачные технологии» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphphrase_id=2698444	Контракт с ООО «Рубикон» от 24.04.2019 № 03641000008190000 12 срок действия:

	(myoffice.ru)				бессрочно
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (https://docs.antiplagiatus.ru)	АО «Антиплагиат» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sphrase_id=2698186	Лицензионный договор с АО «Антиплагиат» от 17.04.2023 № 6627, срок действия: с 17.04.2023 по 16.04.2024
5	Acrobat Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Adobe Systems	Свободно распространяемое	-	-
6	Foxit Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Foxit Corporation	Свободно распространяемое	-	-

7.4.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. CDTOwiki: база знаний по цифровой трансформации <https://cdto.wiki/>

7.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Режим доступа: garant.ru - справочно-правовая система «ГАРАНТ»

Режим доступа: www.consultant.ru - справочно-правовая система «Консультант Плюс»

<http://window.edu.ru>

<http://e.lanbook.com>

<http://www.biotechnolog.ru> – молекулярная биология и биотехнология;

<http://www.molbiol.edu.ru> – практическая молекулярная биология;

<http://www.rusbiotech.ru> – молекулярная биология и биотехнология;

<http://www.sci-lib.com> – наука, новости науки и техники;

<http://www.bio-cat.ru> – биологический каталог;

<http://www.molbiol.ru> – журнал «Молекулярная биология»;

<http://www.bse.sci-lib.com> – БСЭ;

<http://www.elementy.ru/genbio/molecular> - журнал общей биологии;

<http://www.geneforum.ru> – генетический форум;

<http://www.idbras.idb.ac.ru> – институт биологии развития им. Н.К.Кольцова;

<http://www.bionet.nsc.ru> – Институт цитологии и генетики СО РАН;

<http://www.inbi.ras.ru> – Институт биохимии имени А.Н. Баха РАН;

<http://www.eimb.relarn.ru> – институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта

РАН

<http://www.iteb.serpukhov.su> – институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН

<http://www.volgmed.ru/biochem/301/edu-libr-d.php> - медицинская биохимия.

<http://www.protein.bio.msu.ru/biokhimiya/index.htm> - каталог научно-

образовательных ресурсов МГУ;

<http://www.dmb.biophys.msu.ru> – информационная система "Динамические модели в биологии" / Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра биофизики;

<http://www.tusearch.blogspot.com> – поиск электронных книг, публикаций, ГОСТов, на сайтах научных библиотек.;

http://www.yanko.lib.ru/books/biolog/nagl_biochemindex.htm - Кольман Я., Рем К.-Г., Вирт Ю. Наглядная биохимия.

<http://www.elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека;

<http://www.6years.ru/index.php> - учебники по микробиологии и вирусологии;

<http://www.humbio.ru/humbio/biochem/000b6185.htm> - биохимия. Справочник (онлайн);

<http://www.sci-lib.com> – наука, новости науки и техники;

<http://www.biomolecula.ru> – наука, новости;

<http://elementy.ru/genbio/molecular> - журнал общей биологии;

<http://www.pereplet.ru> – сайт Соросовского образовательного журнала;

2.

7.4.6. Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

1. LMS-платформа Moodle
2. Виртуальная доска Миро: miro.com
3. Виртуальная доска SBoard <https://sboard.online>
4. Виртуальная доска Padlet: <https://ru.padlet.com>
5. Облачные сервисы: Яндекс.Диск, Облако Mail.ru
6. Сервисы опросов: Яндекс Формы, MyQuiz
7. Сервисы видеосвязи: Яндекс телемост, Webinar.ru
8. Сервис совместной работы над проектами для небольших групп Trello
<http://www.trello.com>

7.4.7. Цифровые технологии, применяемые при изучении дисциплины

№	Цифровые технологии	Виды учебной работы, выполняемые с применением цифровой технологии
1.	Облачные технологии	Лекции Самостоятельная работа
2.	Большие данные	Лекции Самостоятельная работа


8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)


№ п\п	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, практических занятий и	1. Платформа UP-12 BioSan для шейкера, универсальная для колб, бутылок и стаканов, 265*185мм для шейкеров OS-12, PSU-10i, ES-20 (инв.№21013600789) 2. Фотометр КФК-3-01-"ЗОМЗ"	

	<p>лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебная лаборатория физиологии растений) (г. Мичуринск, учхоз «Роща», 9/27)</p>	<p>фотоэлектрический (инв.№21013600788) 3. Шейкер PSU-10i BioSan, орбитальный (50-450 об/мин, орбитальный, до 3кг) без платформы (инв.№21013600790) 4. Шейкер S-3 цифровой (платф. 168´168 об/мин, амплитуда 20мм, орбитальный, 10-250 об/мин) (инв.№21013600783) 5. Доска классная (инв.№41013602281) 6. Кресло офисное AV 204 PL МК ткань (инв.№41013602311) 7. Микроскоп медицинский Биомед 2 (инв.№41013401728, 41013401727, 41013401726, 41013401725, 41013401724, 41013401723, 41013401722, 41013401721, 41013401720, 41013401719, 41013401718, 41013401717, 41013401716, 41013401715, 41013401714) 8. Настенный экран Lumien Master Picture 220-220 см (инв.№41013401710) 9. Проектор NEC M361X (инв.№41013401707) 10. Системный комплект: Процессор Intel Original LGA 1155, вентилятор, материнская плата, память, жесткий диск, видеокарта, монитор, устройство чтения карт памяти, привод, корпус, клавиатура, мышь (инв.№41013401700) 11. Стол лабораторный химический (1200´600´750) столешн. пластик/каркас ал. профиль (инв.№41013602349, 41013602348, 41013602347, 41013602346, 41013602345, 41013602344, 41013602343, 41013602342, 41013602341, 41013602340, 41013602339, 41013602338, 41013602337) 12. Шкаф для хранения лабораторной посуды (800´450´1950) полки пластик/каркас ал. профиль с замком (инв.№41013602358) 13. Испаритель ИР-1М3 ротационный (инв.№21013600785)</p>	
2	<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (г. Мичуринск, учхоз «Роща», 9/28)</p>	<p>1. Маршрутизатор ASUS RT - N16 Super Speed N (инв. № 21013400606) 2. Доска классная (инв.№41013602280) 3. Кресло офисное AV204 PL МК ткань (инв.№41013602309) 4. Настенный экран Lumien Master Picture 200-220 см 5. Проектор NEC M361X (инв.№41013401706) 6. Системный комплект: Процессор Intel Original LGA 1155, вентилятор материнская плата, память, жесткий диск, видеокарта, монитор, устройство чтения карт памяти, привод, корпус, клавиатура, мышь (инв.№ 41013401699) 7. Трибуна для выступлений (инв.№ 41013602319)</p>	
3	<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, практических</p>	<p>1. Сушильный шкаф СМ 50/250-500-ШС (инв.№ 41013401713) 2. Весы электронные (инв.№2101040151) 3. Камера КБУ-1 СПУ мод 9001</p>	

	<p>занятий и лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебная лаборатория микробиологии) (г. Мичуринск, учхоз «Роща», 9/29)</p>	<p>бактерицидная ультрафиолетовая для хранения стерильных инструментов (инв. № 21013600786) 4. Колбонагреватель UT- 4100 ULAB (500мл+450 град) (инв.№ 21013600787) 5. Ультразвуковая мойка (ванна) Uitecian-3 DT (3 л) (инв.№ 21013600791) 6. Доска классная (инв.№ 41013602279) 7. Кресло офисное AV 204 PL МК ткань (инв.№ 41013602313) 8. Микроскоп медицинский Биомед 2 (инв.№ 41013401743, 41013401742, 41013401741, 41013401740, 41013401739, 41013401738, 41013401737, 41013401736, 41013401735, 41013401734, 41013401733, 41013401732, 41013401731, 41013401730, 41013401729, 41013401745, 41013401744) 9. Настенный экран Lumien Master Picture 220-220 см (инв.№ 41013401708) 10. Прибор для измерения (НН 2215-2 микропроцессорный рН/ С - метр с автоматической калибровкой и автотермокомпенсацией) (инв.№ 41013401712) 11. Проектор NEC M361 X (инв.№ 41013401705) 12. Системный комплект: Процессор Intel Original LGA 1155, вентилятор, материнская плата, память, жесткий диск, видеокарта, монитор, устройство для чтения карт памяти, привод, корпус, клавиатура, мышь (инв.№ 41013401698) 13. Стол лабораторный химический (1200x600x750) столешн. пластик/каркас ал. профиль (инв.№ 41013602351, 41013602350, 41013602336, 41013602335, 41013602334, 41013602333, 41013602332, 41013602331, 4103602330, 41013602329, 41013602328, 41013602327, 41013602326, 41013602325, 41013602324, 41013602323, 41013602322) 14. Шейкер-инкубатор ES- 20/60 с платформой P-16/250, BioSan, с держателем для 16 штук 250 мл колб/стак. BS-010135-СК (инв.№ 21013400713) 15. Рефрактометр ИРФ-454Б2М с подсветкой и доп. шкалой. (инв.№ 41013401711) 16. Ультротермостат (инв.№ 1101040311) 17. Шкаф для хранения лабораторной посуды (800x450x1950) полки пластик/ каркас ал. профиль с замком (инв. № 41013602357)</p>	
--	---	--	--

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования РФ № 951 от 20.10.2021г.

Автор: доцент кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур Белосохов Ф.Г. 

Рецензент: доцент кафедры ландшафтной архитектуры, землеустройства и кадастров, к.с.-х. н. Губин А.С. 

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур (протокол № 7 от 10 марта 2022 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 7 от 21 марта 2022 г.)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета (протокол № 7 от 24 марта 2022 г.)

Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГТ

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур (протокол №11 от «22» июня 2023 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Института фундаментальных и прикладных агробiotехнологий им. И.В. Мичурина (протокол №10 от «22» июня 2023 г.)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета протокол №10 от «22» июня 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур (протокол №6 от «14» февраля 2024 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Института фундаментальных и прикладных агробiotехнологий им. И.В. Мичурина (протокол №7 от «19» февраля 2024 г.)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета (протокол № 6 от «22» февраля 2024 г.)