

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

ФАКУЛЬТЕТ АГРОНОМИИ И ЭКОЛОГИИ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
агрономии и экологии
доцент А.А. Макаренко
 20__ г.



Рабочая программа дисциплины

Редактирование генома растений

(Адаптированная рабочая программа для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов, обучающихся по адаптированным основным профессиональным образовательным программам высшего образования)

Направление подготовки 35.04.04 Агрономия

Направленность «Генетика и селекция в растениеводстве»


**Уровень высшего образования
магистратура**

**Форма обучения
очная**

**Краснодар
2022**

Рабочая программа дисциплины «Редактирование генома растений» разработана на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.04 Агронимия, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от «26» июля 2017 г. № 708.

Автор:
доктор биологических наук,
профессор РАН, профессор
кафедры генетики, селекции
и семеноводства

 Е.В. Дубина

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры генетики, селекции и семеноводства от «23» апреля 2022 г., протокол № 19а.

Заведующий кафедрой
доктор биологических наук,
профессор

 С.В. Гончаров

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета агрономии и экологии от «11» сентября 2022 г. протокол № Р.

Председатель
методической комиссии
старший преподаватель

 Е.С. Бойко

Руководитель
основной профессиональной
образовательной программы
доктор биологических наук,
профессор

 Л.В. Цаценко

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Редактирование генома растений» является подготовка востребованных специалистов, обладающих знаниями и практическими навыками, необходимыми, чтобы вывести селекцию растений на новый уровень требований и возможностей «постгеномной эры» для создания высокопродуктивного и устойчивого сельскохозяйственного производства с минимальными экологическими рисками. Постгеномная эра формируется по мере того, как нам становятся доступной информация о всех или большинстве генов, находящихся в геноме сельскохозяйственных культур, их диких родичей и других растений. Наличие постоянно пополняющихся геномных баз данных и обширных биоресурсных коллекций, открывает новые возможности развития селекционного процесса и оценки генетического потенциала планеты.

Задачи дисциплины:

- развить способности у обучающихся, ориентированных на научно-исследовательскую работу;
- сформировать навыки в области практической генетики, молекулярной биологии, маркерной селекции для совершенствования некоторых свойств сельскохозяйственных растений;
- обучить новейшим молекулярно-генетическим методам для ускорения селекционного процесса с целью создания на их основе сортов и гибридов сельскохозяйственных культур;
- освоить современные методы редактирования существующих и/или создания новых аллелей генов с целью повышения устойчивости растений к стрессовым факторам (вредителям и болезням), а также разрабатывать молекулярные маркеры, ускоряющие селекцию.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

ПК-3. Способен организовать проведение экспериментов (лабораторных опытов) по оценке эффективности инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов и подготовить рекомендации по их внедрению в условиях производства.

ПК-6. Способен принимать участие в разработке и внедрении инновационных продуктов, созданных с применением методов биоинженерии и биоинформатики, генетики и селекции, разрабатывать соответствующую техническую документацию.

В результате изучения дисциплины «Редактирование генома растений» обучающийся готовится к освоению трудовых функций и выполнению трудовых действий:

Профессиональный стандарт Специалист по применению молекулярно-генетических методов в селекции и генетике растений.

Трудовая функция Исследователь, научный сотрудник.

Трудовые действия: лабораторные молекулярно-генетические анализы ДНК культурных растений, разработка молекулярных маркеров.

3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

«Редактирование генома растений» является дисциплиной обязательной части Б1.В.02.01, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия, направленность «Селекция растений».

4 Объем дисциплины (108 часов, 3 зачетных единиц).

Виды учебной работы	Объем, часов
	очная
Контактная работа	
в том числе:	
– аудиторная по видам учебных занятий	34
– лекции	18
– практические	16
– лабораторные	-
– внеаудиторная	-
– зачет	1
– экзамен	-
– защита курсовых работ (проектов)	-
Самостоятельная работа	
в том числе:	73
– курсовая работа (проект)	20
– прочие виды самостоятельной работы	53
Итого по дисциплине	108
в том числе в форме практической подготовки	-

5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемой дисциплины обучающиеся сдают зачет, выполняют курсовую работу (проект).

Дисциплина изучается на 2 курсе, в 3 семестре по учебному плану очной формы обучения.

Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения 3 семестр

№	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							
				Лекции	в том числе в форме практической подготовки	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки*	Самостоятельная работа	
1	Молекулярно-генетические маркеры. 1. Знакомимся с понятием «маркер» и «молекулярный маркер». 2. Изучаем характеристику идеального молекулярного маркера. Мини- и микросателлиты.	ПК-6	3	2		2					4
2	Классификация молекулярно-генетических маркеров 1. Изучаем основные классы молекулярных маркеров. 2. Изучаем типы молекулярных маркеров	ПК-6	3	2		2					4
3	Нуклеиновые кислоты 1. Формирование знаний о строении, свойствах, структуре нуклеиновых кислот, как биополимеров. 2. Принцип комплементарности ДНК.	ПК-6	3	2		2					4
4	Общая стратегия исследования макромолекул. 1. Методы выделения и очистки геномной ДНК. 2. Этапы выделения и очистки ДНК.	ПК-6	3	2		2					4

№	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						
				Лекции	в том числе в форме практической подготовки	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки*	Самостоятельная работа
	3. Выделение ДНК с использованием СТАВ – метода. Принцип метода.									
5	Методы тестирования ДНК. ПЦР. 1. История ПЦР. 2. Принцип ПЦР. 3. Виды ПЦР.	ПК - 3	3	2		2				4
6	Методы тестирования ДНК. Секвенирование 1. Метод Сэнгера. Принцип работы. 2. Метод Максама-Гилберта. Принцип работы.	ПК - 3	3	2		2				4
7	Гель-электрофорез. 1. Понятие электрофореза. 2. Фракционирование. 3. Виды электрофореза. 4. Компоненты гель-электрофореза.	ПК - 3	3	2		2				4
8	Основные направления и преимущества использования молекулярных маркеров. 1. Принцип маркер-вспомогательной селекции 2. Беккроссная селекция. 3. Линейная селекция. 4. Геномная селекция. 5. Создание пирамид генов.	ПК - 3	3	2		2				4

№	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							
				Лекции	в том числе в форме практической подготовки	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки*	Самостоятельная работа	
9	Молекулярно-генетическая лаборатория.		3	2		2					5
10	Геномное редактирование растений. Цели. Задачи. Системы геномного редактирования. История метода CRISPR/Cas	ПК - 6	3	2		2					4
11	Терминология CRISPR/Cas систем	ПК - 6	3	2		2					4
12	Разнообразие CRISPR/Cas систем	ПК - 6	3	2		2					4
13	Механизм защиты своих геномов у бактерий и архей на примере CRISPR/Cas9 системы	ПК - 6	3	2		2					4
14	Конструирование CRISPR/Cas элементов для редактирования геномов	ПК - 6	3	2		2					4
15	Доставка CRISPR/Cas компонентов в растительную клетку и детекция результатов редактирования	ПК - 6	3	2		2					4
16	Совершенствование CRISPR/Cas технологии редактирования геномов	ПК - 6	3	2		2					4

№	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							
				Лекции	в том числе в форме практической подготовки	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные занятия	в том числе в форме практической подготовки*	Самостоятельная работа	
17	Геномное редактирование с помощью CRISPR/Cpf1 системы	ПК - 6	3	2		2					4
18	Некоторые примеры редактирования геномов растений	ПК - 3	3	2		2					4
	Курсовая работа(проект)										*
Итого				Итого Лекционных часов	в т.ч. в форме практической подготовки	Итого Практических занятий	в т.ч.. в форме практической подготовки	Итого лабораторные занятия	в т.ч. лабораторные в форме практической подготовки	Итого самостоятельной работы	
				36		32				73	

*Содержание практической подготовки представлено в приложении к рабочей программе дисциплины.

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Гершензон С.М. Основы современной генетики. – Киев: Наукова думка. 1983. –560 с.
2. Н. А. Кутлунина, А. А. Ермошин. Молекулярно-генетические методы в исследовании растений. Учебно-методическое пособие. Екатеринбург, Издательство Уральского университета, 2017.
3. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений. – Издательство Н-Л. 2010. – 720 с.
4. Льюин Б. Гены. – Издательство: Бином. Лаборатория знаний. 2012. – 896 с.
5. Общая селекция растений: Учебник для ВУЗов. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева. 2011. – 395 с. ISBN 978-5-8114-1387-4.
6. Сельскохозяйственная биотехнология. Под редакцией академика РАН В.С. Шевелухи. М.: Высшая школа, 1998.- 415 с.
7. Чесноков Ю.В. Генетические ресурсы растений и ускорение селекционного процесса / Ю.В. Чесноков., В.М. Косолапов - М., 2016.

8. Жимулев И.Ф. под ред. Е.С. Беляева, Акифьева А.П. Общая и молекулярная генетика. – 4-ое изд. – Новосибирск: - Сиб. Унив. Изд-во, 2007. -479 с.

9. Салина Е.А. Технологии геномного моделирования и редактирования для решения задач селекции растений.

10. Абрамова З.И. Введение в генетическую инженерию: Учебное пособие для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по курсу «Генная инженерия». - Казань: Казанский университет, 2008.- 169 с.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

Номер семестра*	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
	ПК-3. Способен организовать проведение экспериментов (лабораторных опытов) по оценке эффективности инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов и подготовить рекомендации по их внедрению в условиях производства.
3	«Редактирование генома растений»
	ПК-6. Способен принимать участие в разработке и внедрении инновационных продуктов, созданных с применением методов биоинженерии и биоинформатики, генетики и селекции, разрабатывать соответствующую техническую документацию.
3	«Редактирование генома растений»

* номер семестра соответствует этапу формирования компетенции

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
ПК-3. Способен организовать проведение экспериментов (лабораторных опытов) по оценке эффективности инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов и подготовить рекомендации по их внедрению в условиях производства.					

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
<p>ПК-3.1: Обосновать методику проведения исследований в генетике, молекулярной биологии и селекции</p> <p>ПК-3.2: Контролировать проведение экспериментов, в том числе лабораторных и полевых опытов и уход за ними в соответствии с разработанной программой и методикой лабораторного анализа и опытного дела.</p> <p>ПК-3.3: Производить интерпретацию полученных ДНК-профилей экспериментальных растений, в соответствии с</p>	<p><i>Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки</i></p> <p><i>При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки, не продемонстрированы базовые навыки</i></p>	<p><i>Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.</i></p> <p><i>Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи.</i></p> <p><i>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами</i></p>	<p><i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.</i></p> <p><i>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с основными умениями, решены все основные задачи с недочетами, продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач</i></p>	<p><i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.</i></p> <p><i>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными недочетами, продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач</i></p>	<p>контрольная работа, тесты, реферат, дискуссия (круглый стол), вопросы для проведения зачета</p>

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
разработанной программой ПК-3.4 организовывать сбор и анализ результатов, полученных в опытах ПК-3.5 Подготавливать заключения о целесообразности внедрения в производство исследованных приемов, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на основе анализа опытных данных.					
ПК-6. Способен принимать участие в разработке и внедрении инновационных продуктов, созданных с применением методов биоинженерии и биоинформатики, генетики и селекции, разрабатывать соответствующую техническую документацию.					

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
<p>ПК-6.1 Принимает участие во внедрении инновационных продуктов, созданных с применением методов молекулярного маркирования, редактирования генома и биоинформатики, генетики и селекции.</p> <p>ПК-6.2 Уметь разрабатывать документацию, сопровождающую разные этапы разработки и внедрения инновационных продуктов, созданных с применением методов молекулярного маркирования, редактирования</p>	<p><i>Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки</i></p> <p><i>При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки, не продемонстрированы базовые навыки</i></p>	<p><i>Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.</i></p> <p><i>Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи.</i></p> <p><i>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами</i></p>	<p><i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.</i></p> <p><i>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с основными умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач</i></p>	<p><i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.</i></p> <p><i>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными недочетами, продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач</i></p>	<p>контрольная работа, тесты, реферат, дискуссия (круглый стол), вопросы для проведения зачета</p>

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно (минимальный не достигнут)	удовлетворительно (минимальный пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
генома и биоинформатики, генетики и селекции . ПК-6.3 Владеть базовыми навыками работы в области инновационного бизнеса, связанного с разработкой и внедрением инновационных продуктов, созданных с применением методов молекулярного маркирования, редактирования генома и биоинформатики, генетики и селекции.					
...

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО

Компетенция: Способен организовать проведение экспериментов (лабораторных опытов) по оценке эффективности инновационных технологий

(элементов технологии), сортов и гибридов и подготовить рекомендации по их внедрению в условиях производства (ПК-3).

Вопросы к зачету:

1. Генетические маркеры и ускорение селекционного процесса.
2. Практические примеры маркер-вспомогательной селекции.
3. Методы селекции, основанные на использовании ДНК-маркеров.
4. Понятия маркерной и геномной селекции.
5. Как осуществляется отбор нужного аллеля.
6. Какую роль играет расстояние ММ от гена и каково оптимальное расстояние.
7. Локализация гена в геноме.
8. Принцип маркерной селекции.
9. Какие ДНК-маркеры наиболее эффективны при отборе в маркерной селекции.
10. Преимущество внутригенных ДНК-маркеров.
11. Что необходимо знать при использовании ДНК-маркеров в селекции при отборе по тому или иному признаку.
12. Редактирование генома. Определение и основные этапы.
13. Системы геномного редактирования. Принцип действия.
14. Создание библиотек.
15. Трансформация растений.
16. Системы геномного редактирования: CRISPR/Cas- технологии.
17. Внецелевое редактирование.
18. Применение CRISPR/Cas, не связанное с геномным редактированием.
19. Принцип редактирования оснований.
20. Примеры применения методов геномного редактирования с\х растений.

Задания (практические задания, тесты для проведения зачета):

Кейс-задания 1

Проанализировать ДНК-профиль культурных растений, полученный на основе ПЦР-анализа, с использованием SSR-, SNP-, Indel- и SCAR- маркеров. Определить аллельное состояние целевых генов.

Кейс-задание 2

Провести поиск необходимых плазмид по их функциям на сайте <http://www.addgene.org/crispr/>.

По списку авторов найти данные конструкции и рекомендации по планированию эксперимента, дизайну направляющих РНК и т.д.

Тесты по компетенции ПК-3. *Способен организовать проведение экспериментов (лабораторных опытов) по оценке эффективности*

инновационных технологий (элементов технологии), сортов и гибридов и подготовить рекомендации по их внедрению в условиях производства

1. CRISPR в прокариотической клетке выполняет функцию

а) противовирусной защиты

б) репликации ДНК

в) устойчивости к антибиотикам

г) устойчивости к факторам окружающей среды

2. CRISPR расшифровывается как

а) длинные последовательности ДНК

б) короткие палиндромные повторы, регулярно расположенные группами

в) минисателлиты, состоящие преимущественно из ГЦ-повторов

г) ретротранспозоны

3. Cas9 является

а) белком

б) жиром

в) нуклеиновой кислотой

г) углеводом

4. Белки семейства Cas в природе встречаются у

а) бактерий

б) вирусов

в) грибов

г) эукариот

5. Биологической функцией системы CRISPR-Cas9 является

а) защита прокариотической клетки от вирусов путем расщепления нуклеиновых кислот

б) расщепление бактериальной геномной ДНК по кодируемым в CRISPR касете последовательностям в процессе деления клетки

в) расщепление плазмидной ДНК для встраивания кодируемых ими полезных для бактерии признаков в собственный геном

г) фрагментация ДНК эукариотической клетки в специфическом локусе для встраивания генома аденоассоциированных вирусов

6. В основе метода CRISPR-Cas9 лежит фермент

а) лигаза

б) люцифераза

в) нуклеаза

г) топоизомераза

7. Геномное редактирование осуществляют с помощью

а) антибиотиков

б) кислот

в) систем CRISPR-Cas9, ZFNs, TALENs

г) солей

8. ДНК-связывающий локус нуклеазы TALE распознает

а) двуцепочечный разрыв ДНК

б) мутацию в ДНК

в) одиночные нуклеотиды в ДНК

г) триплеты ДНК

9. ДНК-связывающий локус нуклеазы цинковых пальцев распознает

а) двуцепочечный разрыв ДНК

б) мутацию в ДНК

в) одиночные нуклеотиды в ДНК

г) триплеты ДНК

10. Для доставки нуклеиновых кислот в клетки не может быть использован

а) аденоассоциированный вирус

б) аденовирус

в) вирус Эпштейна-Барр

г) лентивирус

11. Инделлы в последовательности ДНК образуются в случае

а) лигирования олигонуклеотидов

б) направленной гомологичной репарации ДНК

в) репарации ДНК путем нехомологичного соединения концов

г) хромосомных перестроек

12. К методу геномного редактирования относят

а) CRISPR-Cas9

б) NGS

в) ПДРФ

г) ПЦР

13. К основным модификациям метода CRISPR-Cas9 относят

а) митохондриальные редакторы

б) праймированное редактирование

в) редакторы анеуплоидий

г) редакторы оснований

14. Комплекс MRN участвует в

а) направленной гомологичной репарации

б) нехомологичном соединении концов

в) эксцизионной репарации нуклеотидов

г) эксцизионной репарации оснований

15. Лентивирусные векторы отличаются

а) высокой пакующей емкостью

б) инсерционным мутагенезом

в) транзиторной экспрессией

г) тропизмом к определенным клеткам

16. Наиболее эффективной стратегией лечения миодистрофии Дюшенна с помощью методов геномного редактирования является

а) активация транскрипции гена DMD

- б) встраивание полной кодирующей последовательности гена DMD
 - в) ингибирование транскрипции гена DMD
 - г) **пропуск одного или нескольких экзонов гена DMD с восстановлением рамки считывания**
17. Направленная гомологичная репарация у высших эукариотов активна в фазе клеточного цикла
- а) G0 фазе
 - б) **S и ранней G2 фазах**
 - в) M и ранней G1 фазах
 - г) M фазе
18. Направляющая РНК используется в методе геномного редактирования
- а) **CRISPR-Cas9**
 - б) мегануклеазы
 - в) нуклеазы TALE
 - г) нуклеазы цинковых пальцев
19. Нуклеаза FokI используется в методах геномного редактирования
- а) CRISPR-Cas9
 - б) мегануклеазы
 - в) **нуклеазы TALE**
 - г) **нуклеазы цинковых пальцев**
20. Одной из отличительных особенностей направленной гомологичной репарации является
- а) внесение коротких инсерций или делеций в локус разрыва при репарации
 - б) внесение протяженных делеций (1-2kb) в локус разрыва при репарации
 - в) высокая эффективность в течение всего клеточного цикла
 - г) **необходимость наличия донорной матрицы для рекомбинации**
21. Определенная мутация в гене CCR5 делает человека невосприимчивым к
- а) бледной трепонеме
 - б) вирусу гепатита С
 - в) вирусу гриппа
 - г) **вирусу иммунодефицита человека**
22. Основной проблемой использования CRISPR-Cas9 в эукариотических клетках является
- а) индукция апоптоза
 - б) **неспецифическое связывание с последовательностью ДНК**
 - в) осмотический шок
 - г) токсичность чужеродного агента
23. Основоположниками метода CRISPR-Cas9 для изменения генома эукариотической клетки являются
- а) Джеймс Уотсон
 - б) **Дженнифер Дудна**

в) СинъяЯманака

г) Фрэнсис Крик

д) Эммануэль Шарпантье

24. Отличительной особенностью модификации «праймированное редактирование» является использование белка

а) KU70

б) дезаминазы

в) лигазы

г) обратной транскриптазы

25. Перечень моногенных заболеваний, для которых проводят клинические исследования по разработке методов лечения с помощью геномного редактирования включает

а) муковисцидоз

б) серповидно-клеточную анемию

в) синдром Ангельмана

г) синдром Дауна

26. Под действием нуклеазы происходит

а) двуцепочечный разрыв ДНК

б) замена одного нуклеотида на другой

в) образование активных форм кислорода

г) образование пиримидинового димера

27. Под инделом понимают

а) вставку или делецию нескольких нуклеотидов

б) метилирование ДНК

в) однонуклеотидную замену в ДНК

г) хромосомную транслокацию

28. Под неспецифической (офф-таргетной) активностью геномного редактирования понимают

а) внесение дополнительных мутаций в таргетный локус

б) вставку нескольких нуклеотидов в таргетный локус

в) замену одного нуклеотида на другой в таргетном локусе

г) создание двуцепочечного разрыва ДНК вне таргетного локуса

29. Под нокаутом гена зачастую понимают

а) временное снижение экспрессии гена

б) временную активацию гена

в) метилирование гена

г) нарушение последовательности гена с образованием преждевременного стоп-кодона

30. Под редактированием оснований понимают метод геномного редактирования, позволяющий

а) внести индел в последовательность ДНК

б) внести однонуклеотидную замену в ДНК

в) интегрировать фрагмент гена

г) удалить экзон из ДНК

31. Преобладающим типом репарации ДНК после внесения CRISPR-Cas9 разрыва является

- а) направленная гомологичная репарация
- б) негомологичное соединение концов**
- в) одностранный отжиг (SSA-single-strand annealing)
- г) эксцизионная репарация

32. При муковисцидозе нужно редактировать ген

- а) CFTR**
- б) DES
- в) DMD
- г) SRY

33. Редакторы оснований могут конвертировать следующие нуклеотиды

- а) аденин в гуанин**
- б) гуанин в цитозин
- в) тимин в гуанин
- г) цитозин в тимин**

34. Рекомбинантные аденоассоциированные вирусные векторы отличаются

- а) высокой пакующей емкостью
- б) инсерционным мутагенезом
- в) низкой иммуногенностью**
- г) тропизмом к определенным клеткам**

35. С использованием методов геномного редактирования в настоящее время могут быть устранены причины

- а) заболеваний, вызванные хромосомными перестройками
- б) заболеваний, вызванных геномными мутациями
- в) моногенных наследственных заболеваний**
- г) полигенных наследственных заболеваний

36. С помощью геномного редактирования можно

- а) изменить Ph клетки
- б) изменить последовательность генома клетки**
- в) приобрести устойчивость к новым мутациям
- г) увеличить уровень IQ человека

37. С помощью системы CRISPR-Cas9 нельзя

- а) исправить анеуплоидию
- б) исправить индел
- в) исправить точечную мутацию
- г) сделать нокаут гена

38. Свойством фермента с нуклеазной активностью является

- а) вставка нескольких нуклеотидов
- б) замена одного нуклеотида на другой
- в) создание двуцепочечного разрыва ДНК**

- г) создание одноцепочечного разрыва ДНК
39. Система CRISPR-Cas9 основана на
- а) ДНК бактериофагов
 - б) иммунной системе бактерий**
 - 3в) особых ферментах человека
 - г) плаزمидах архей
40. Система CRISPR-Cas9 является защитной системой у
- а) бактерий**
 - б) вирусов
 - в) моллюсков
 - г) членистоногих
41. Система CRISPR-Cas9 была
- а) открыта в клетках человека
 - б) открыта у бактерий**
 - в) разработана биологами-синтетиками
 - г) разработана биофизиками
42. Системой CRISPR-Cas9 могут быть отредактированы
- а) белки
 - б) жиры
 - в) низкомолекулярные вещества
 - г) последовательности ДНК**
43. Теоретически методом редактирования генома можно вылечить
- а) ОРВИ
 - б) инфекционное отравление
 - в) муковисцидоз**
 - г) солнечный удар
44. У бактерий система CRISPR-Cas9 уничтожает вирус путем
- а) лизирования ДНК вируса ферментами
 - б) растворения ДНК вируса в особой кислоте
 - в) упаковки вируса в особую белковую оболочку, откуда он не может выйти и умирает
 - г) фрагментации ДНК вируса**
45. Ферментом, сшивающим две цепи ДНК при разрыве, является
- а) лигаза**
 - б) метилтрансфераза
 - в) полимераза
 - г) эндонуклеаза

Компетенция: Способен принимать участие в разработке и внедрении инновационных продуктов, созданных с применением методов биоинженерии и биоинформатики, генетики и селекции, разрабатывать соответствующую техническую документацию (ПК-6)

Вопросы к зачету:

1. Определения маркера.
2. Основные классы молекулярных маркеров.
3. Определение генетического маркера.
4. Что такое морфологические маркеры? Как они определяются?
5. Что такое биохимические маркеры? На каком уровне они определяются?
6. Свойства молекулярного маркера.
7. Основные типы молекулярных маркером.
8. Что такое монолокусные маркеры и как они наследуются?
9. Дать определение мультилокусным маркерам и как они наследуются?
10. Молекулярные маркеры на основе блот-гибридизации. Перечислить методы, на которых они основаны.
11. RFLP молекулярные маркеры.
12. ДНК-маркеры, основанные на ПЦР.
13. Мини- и микросателлиты. Характеристика и методы на их основе.
14. Основные направления использования молекулярных маркеров.
15. Молекулярные маркеры с известной локализацией. Их предназначение.
16. Молекулярные маркеры с неизвестной локализацией. Их предназначение.
17. Преимущества использования молекулярных маркеров.
18. Хранение и передача генетической информации нуклеиновыми кислотами.
19. Химическая структура нуклеиновых кислот.
20. Генетический код.

Задания (практические задания, тесты для проведения зачета)

Кейс-задания 1

Разработать схему маркерной селекции для самоопыляющихся культур на основе применения молекулярных маркеров.

Кейс-задания 2.

Разработать схему маркерной селекции для перекрестноопыляющихся культур на основе применения молекулярных маркеров.

Практические задания 1.

1. Выделение ДНК из растительного биоматериала методом СТАВ.

Практическое занятие 2.

1. Выделение ДНК из растительного биоматериала методом Fuguoke.

Практическое занятие 3.

1. Постановка полимеразной цепной реакции. Компоненты реакционной смеси, необходимые для проведения ПЦР. Свойства Taq-ДНК-полимеразы.
2. Факторы, влияющие на точность синтеза ДНК и возможности ее повышения.

Практическое занятие 4.

Визуализация продуктов ПЦР методом электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ).

Практическое занятие 5.

Визуализация продуктов ПЦР методом электрофореза в агарозном геле.

Тесты по компетенции ПК-6. *Способен принимать участие в разработке и внедрении инновационных продуктов, созданных с применением методов биоинженерии и биоинформатики, генетики и селекции, разрабатывать соответствующую техническую документацию*

1. Молекулы ДНК представляют собой материальную основу наследственности, так как в них закодирована информация о структуре молекул:
 - а. Полисахаридов.
 - б. Белков.
 - в. Липидов.
 - г. Аминокислот.
2. В состав нуклеиновых кислот НЕ входят:
 - а. Азотистое основание
 - б. Остатки пентоз20
 - в. Остатки фосфорной кислоты
 - г. Аминокислоты
3. Связь, возникающая между азотистыми основаниями двух комплементарных цепей ДНК:
 - а. ионная
 - б. пептидная
 - в. водородная
 - г. сложноэфирная
4. Комплементарными основаниями НЕ является пара:
 - а. Тимин- аденин
 - б. Цитозин - гуанин
 - в. Цитозин - аденин
 - г. Уроцил- аденин
5. В одном из генов ДНК 100 нуклеотидов с тимином, что составляет 10% от общего количества. Сколько нуклеотидов с гуанином?
 - а. 200
 - б. 400

- в. 1000
 - г. 1800
6. Молекулы ДНК в отличие от РНК содержат азотистое основание:
- а. уроцил
 - б. аденин
 - в. гуанин
 - г. цитозин
7. Благодаря репликации ДНК:
- а. Формируется приспособленность организма к среде обитания
 - б. у особей вида возникают модификации
 - в. Появляются новые комбинации генов
 - г. Наследственная информация в полном объёме передается от материнской клетки к дочерним во время митоза
8. Молекулы и-РНК:
- а. Служат матрицей для синтеза т-РНК
 - б. Служат матрицей для синтеза белка
 - в. Доставляют аминокислоты к рибосоме
 - г. Хранят наследственную информацию клетки
9. Кодовому триплету ААТ в молекуле ДНК соответствует триплет в молекуле и-РНК:
- а. УУА
 - б. ТТА
 - в. ГГЦ
 - г. ЦЦА
10. Белок состоит из 50 аминокислотных звеньев. Число нуклеотидов в гене, в котором зашифрована первичная структура этого белка, равно:
- а. 50
 - б. 100
 - в. 150
 - г. 250
- 21
11. В рибосоме при биосинтезе белка располагается два триплета и-РНК, к которым в соответствии с принципом комплементарности присоединяются антикодоны:
- а. т-РНК
 - б. р-РНК
 - в. ДНК
 - г. белка
12. Какая последовательность правильно отражает путь реализации генетической информации?
- а. Ген – ДНК – признак - белок
 - б. Признак – белок -и-РНК – ген - ДНК
 - в. и-РНК – ген - белок - признак

г. ген - и-РНК - белок - признак

13. Собственные ДНК и РНК в эукариотической клетки содержат:

а. рибосомы

б. лизосомы

в. вакуоли

г. митохондрии

14. В состав хромосом входят:

а. РНК и липиды

б. Белки и ДНК

в. АТФ и т-РНК

г. АТФ и глюкоза

15. Ученые, которые предположили и доказали, что молекула ДНК – это двойная спираль:

а. И.Ф. Мишер и О. Эвери

б. М. Ниренберг и Дж. Маттеи

в. Дж.Д. Уотсон и Ф. Крик

г. Р. Фланклин и М. Уилинс

16. Молекулярные маркеры были разработаны в:

а. 1960х

б. 1970х

в. 1980х

г. 1990х

17. Молекулярные маркеры определили бурное развитие:

а. молекулярной генетики и селекции растений

б. Селекции растений

в. Молекулярной генетики

г. Экологической генетики

18. Решению каких проблем способствует внедрение в селекционные программы современных биотехнологических подходов, основанных на использовании молекулярных маркеров:

а. проблема сокращения генетического разнообразия современных сортов

б. снижение иммунитета к болезням и насекомым

в. ухудшение качества и деградация земельных ресурсов

г. урожайность зерновых культур увеличивается более быстрыми темпами, чем рост населения

19. Урожайность зерновых культур увеличивается более медленными темпами, чем рост населения из-за следующих факторов:

а. увеличения генетического разнообразия современных сортов

б. деградация земель

в. снижение иммунитета к болезням и насекомым

г. загрязнение окружающей среды.

Темы дискуссий:

1. Химическая структура нуклеиновых кислот и белков.
2. Генетический код. Колинеарность гена и кодируемого им белка.
3. Общий объем генетической информации, хранящийся в генах и передаваемой ими.
4. Регуляция активности генов.
5. Тонкое строение хромосом и генов.
6. Пенетрантность и экспрессивность генов.
7. Количественные признаки и их наследование.
8. Системы скрещивания и их генетические следствия.
9. Гетерозис.
10. Методы создания гомозиготных линий. Генетический контроль мужской стерильности и самонесовместимости, использование их в гетерозисной селекции.
11. Системы селекционного отбора. Генетические маркеры.
12. Классификация генетических маркеров и их использование в селекции.
13. Виды, категории, вариации и типы наследования фенотипических, биохимических и молекулярно-генетических маркеров.
14. Генетические маркеры и ускорение селекционного процесса. Практические примеры маркер-вспомогательной селекции.
15. Разновидности сцепления

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков характеризующих этапы формирования компетенций

Примеры описания процедуры оценивания:

Критериями оценки реферата являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка **«отлично»** – выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка **«хорошо»** – основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка **«удовлетворительно»** – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка **«неудовлетворительно»** – тема реферата не раскрыта,

обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

Кейс-задания

Результат выполнения кейс-задания оценивается с учетом следующих критериев:

- полнота проработки ситуации;
- полнота выполнения задания;
- новизна и неординарность представленного материала и решений;
- перспективность и универсальность решений;
- умение аргументировано обосновать выбранный вариант решения.

Если результат выполнения кейс-задания соответствует обозначенному критерию студенту присваивается один балл (за каждый критерий по 1 баллу).

Оценка «отлично» – при наборе в 5 баллов.

Оценка «хорошо» – при наборе в 4 балла.

Оценка «удовлетворительно» – при наборе в 3 балла.

Оценка «неудовлетворительно» – при наборе в 2 балла.

Тестовые задания

Оценка **«отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий.

Оценка **«хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

генетических маркеров с целевым геном или локусом хромосом.

Критерии оценки на зачете

Оценки «зачтено» и «незачтено» выставляются по дисциплинам, формой заключительного контроля которых является зачет. При этом оценка «зачтено» должна соответствовать параметрам любой из положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), а «незачтено» — параметрам оценки «неудовлетворительно».

Признаки эссе:

• наличие конкретной темы или вопроса. Произведение, посвященное анализу широкого круга проблем, по определению не может быть выполнено в жанре эссе.

• эссе выражает индивидуальные впечатления и соображения по конкретному поводу или вопросу и заведомо не претендует на определяющую или исчерпывающую трактовку предмета.

- как правило, эссе предполагает новое, субъективно окрашенное слово о чем-либо, такое произведение может иметь философский, историко-биографический, публицистический, литературно-критический, научно-популярный или чисто беллетристический характер.

- в содержании эссе оцениваются в первую очередь личность автора - его мировоззрение, мысли и чувства.

Эссе — это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. Это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Структура эссе.

Титульный лист.

Введение — суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически. При работе над введением могут помочь ответы на следующие вопросы: «Надо ли давать определения терминам, прозвучавшим в теме эссе?», «Почему тема, которую я раскрываю, является важной в настоящий момент?», «Какие понятия будут вовлечены в мои рассуждения по теме?», « Могу ли я разделить тему на несколько более мелких подтем?».

Основная часть — теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса. Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий: Причина — следствие, общее — особенное, форма — содержание, часть — целое, постоянство — изменчивость. В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

4. Заключение — обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д.

Критериями оценки эссе являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, степень раскрытия разных точек зрения на исследуемую проблему и качество формулирования собственного мнения соблюдения требований к оформлению.

Оценка «отлично» - ставится, если выполнены все требования к написанию и защите эссе: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению, выступление докладчика было логически выверенным, речь – ясной, ответы на вопросы – уверенными и обоснованными.

Оценка «хорошо» - основные требования к эссе выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём эссе; имеются упущения в оформлении, не четкости при ответах на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований к эссе. В частности: тема освещена не полностью; допущены фактические ошибки в содержании; речь докладчика не структурирована, допускались неточности при ответах на вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» - тема эссе не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или речь докладчика логически не выдержана, отсутствует новизна исследования, докладчик испытывает затруднения при ответах на вопросы.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература

1. Жимулев И.Ф. под ред. Е.С. Беляева, Акифьева А.П. Общая и молекулярная генетика. – 4-ое изд. – Новосибирск: - Сиб. Унив. Изд-во, 2007.

-479 с. https://www.studmed.ru/view/zhimulev-if-obschaya-i-molekulyarnaya-genetika_c3c113adebd.html

2. Абрамова З.И. Введение в генетическую инженерию: Учебное пособие для самостоятельной внеаудиторной работы студентов по курсу «Генная инженерия». - Казань: Казанский университет, 2008.- 169 с.

3. https://kpfu.ru/docs/F589944757/%D3%F7%E5%E1%ED%EE%E5%20%EF%EE%F1%EE%E1%E8%E5_%C3%E5%ED%E8%ED%E6.pdf

4. Н. А. Кутлунина, А. А. Ермошин. Молекулярно-генетические методы в исследовании растений. Учебно-методическое пособие. Екатеринбург, Издательство Уральского университета, 2017. https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/52377/1/978-5-7996-2142-1_2017.pdf

5. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений. – Издательство Н-Л. 2010. – 720 с. <https://search.rsl.ru/ru/record/01004883601>

6. Льюин Б. Гены. – Издательство: Бинوم. Лаборатория знаний. 2012. – 896 с. <https://search.rsl.ru/ru/record/01005382431>

Дополнительная учебная литература

1. Общая селекция растений: Учебник для ВУЗов. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева. 2011. – 395 с. ISBN 978-5-8114-1387-4. <https://search.rsl.ru/ru/record/01004970459>

2. Сельскохозяйственная биотехнология. Под редакцией академика РАН В.С. Шевелухи. М.: Высшая школа, 1998.- 415 с. <https://library.tou.edu.kz/fulltext/buuk/b2498.pdf>

3. Чесноков Ю.В. Генетические ресурсы растений и ускорение селекционного процесса / Ю.В. Чесноков., В.М. Косолапов - М., 2016. http://www.cnsb.ru/Vexhib/selekcia/16_9755.pdf

4. Салина Е.А. Технологии геномного моделирования и редактирования для решения задач селекции растений. <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-genomnogo-modelirovaniya-i-redaktirovaniya-dlya-resheniya-zadach-selektsii-rasteniy/viewer>

5. Чесноков Ю.В., Косолапов В.М., Савченко И.В. Морфологические генетические маркеры у растений. - Том 56, № 12, 2020. – С. 1366-1377 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44137333>

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронно-библиотечных систем

№	Наименование ресурса	Уровень доступа	Ссылка
	Издательство «Лань»	Интернет доступ	http://e.lanbook.com/
	IPRbook	Интернет доступ	http://www.iprbookshop.ru/
	Znaniium.com	Интернет доступ	http://e.lanbook.com/
	Образовательный портал	Интернет доступ	https://edu.kubsau.ru/

КубГАУ		
--------	--	--

Рекомендуемые интернет сайты:

6. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

7. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru>

8. Публичная Электронная Библиотека (области знания: гуманитарные и естественнонаучные) [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://publ.lib.ru/publib.html>

9. VegMarks – база данных по молекулярным маркерам для овощных культур [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://vegmarks.nivot.affrc.go.jp/VegMarks/app/page/home?VEGMARKSCSRFTOKEN=4BGO-S1WO-BD1S-ZFCI-7UE4-QZ0R-2VXD-NC8J>

10. NCBI (The National Center for Biotechnology Information) – база данных белковых доменов, ДНК (GenBank) и РНК, базах данных статей научной литературы (PubMed) [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

11. OligoCalc – веб-интерфейс для подсчета оптимальных физических параметров для олигонуклеотидов (праймеров) [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://biotools.nubic.northwestern.edu/OligoCalc.html>

12. Structure Harvester – веб-интерфейс для обработки данных по генотипированию [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://taylor0.biology.ucla.edu/structureHarvester/>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. 1. Хамидуллина Р.Г., Методические указания к самостоятельной работе по курсу Генетический анализ: Учебно-методическое пособие / Р.Г. Хамидуллина, М.В. Трушин, О.А. Гимадутдинов.-Казань: Казанский федеральный университет, 2013.-34 с. Режим доступа: <https://kpfu.ru/portal/docs/F1196490575/posobie.po.genanalizu.pdf>

2. Филиппова А.М. Учебно-методическое пособие: Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине «Молекулярная биология». – Ставрополь: СКФУ, 2015. Режим доступа: https://www.ncfu.ru/export/uploads/imported-from-dle/op/doclinks2017/38.-Metod_MolBiol_30.05.01_2017.pdf

3. Калашникова Е.А., Практикум по сельскохозяйственной биотехнологии / Е.А. Калашникова, Е.З. Кочиева, О.Ю. Миронова – 2006. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29047941>

4. Мензоров А.Г., Практическое руководство по редактированию геномов системой CRISPR/Cas9 / А.Г. Мензоров, В.А. Лукьянчикова, А.Н.

Кораблев, И.А. Серова, В.С. Фиш-ман. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016;20(6):930-944 с. Режим доступа: <https://vavilov.elpub.ru/jour/article/view/874>

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

- обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет»;
- фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;
- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office (включает Word, Excel, Power Point)	Пакет офисных приложений

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Гарант	Правовая	https://www.garant.ru/
2	Консультант	Правовая	https://www.consultant.ru/
3	Научная электронная библиотека eLibrary	Универсальная	https://elibrary.ru/

12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине «Редактирование генома растений»

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
	<p>Редактирование генома растений</p>	<p>Помещение №631 ГУК, посадочных мест — 50; площадь — 67,9 м²; учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации . технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную образовательную среду университета; программное обеспечение: Windows, Office; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель).</p> <p>Помещение №633 ГУК, посадочных мест — 84; площадь — 70,7м²; учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации . лабораторное оборудование (плеер — 1 шт.); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель).</p> <p>Помещение №632 ГУК, посадочных мест — 28; площадь — 37,8м²; учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа,</p>	<p>350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, 13</p>

		<p>курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации . технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель).</p> <p>Помещение №623 ГУК, посадочных мест — 30; площадь — 31,8м²; помещение для самостоятельной работы обучающихся. лабораторное оборудование (плейер — 1 шт.; стол лабораторный — 1 шт.); технические средства обучения (ноутбук — 1 шт.; принтер — 3 шт.; мфу — 1 шт.; экран — 1 шт.; проектор — 2 шт.; сетевое оборудование — 2 шт.; сканер — 1 шт.; видео/фото камера — 1 шт.; ибп — 1 шт.; компьютер персональный — 2 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; Программное обеспечение: Windows, Office, INDIGO, специализированное лицензионное и сво-бодно распространяемое программное обеспече-ние, предусмотренное в рабочей программе. специализированная мебель (учебная мебель).</p> <p>Помещение №226 ГУК, посадочных мест — 16; площадь — 35,9 м²; помещение для самостоятельной работы обучающихся. технические средства обучения (компьютер персональный — 13 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;</p>	
--	--	---	--

		<p>Программное обеспечение: Windows, Office, INDIGO, специализированное лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, предусмотренное в рабочей программе.</p> <p>Помещение №613 ГУК, площадь — 36,7 м²; помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. машинка пишущая — 1 шт.; лабораторное оборудование (оборудование лабораторное — 2 шт.; шкаф лабораторный — 8 шт.; стол лабораторный — 2 шт.; мельница — 3 шт.); технические средства обучения (ноутбук — 1 шт.; принтер — 1 шт.; сканер — 1 шт.; видео/фото камера — 1 шт.; монитор — 1 шт.; компьютер персональный — 3 шт.); программное обеспечение: Windows, Office.</p> <p>Помещение лабораторных комнат № 107, 107а, 112 ФГБНУ «ФНЦ риса» Для проведения занятий используется следующее материальнотехническое обеспечение:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ламинарные боксы и растильни. 2. Спектрофотометр. 3. Настольные центрифуги и рН- метр. 4. Пипетки с переменным набором жидкостей. 5. Аналитические весы. 6. ПЦР амплификатор. 7. Камеры для проведения электрофореза в агарозном геле. 8. Гель-документационная система. 11 9. Расходные материалы для выделения ДНК и проведения ПЦР анализа. 10. Плакаты по тематике курса. 11. Электронная версия отдельных процессов маркер-вспомогательной селекции. 12. Электронная версия отдельных процессов общей и частной селекции. 	<p>350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3</p>
--	--	--	---

		13. Каталоги сортов сельскохозяйственных растений, включая Госреестр.	
--	--	--	--

Приложение 1

к рабочей программе дисциплины «Редактирование генома растений»

Практическая подготовка по дисциплине «Редактирование генома растений»

Занятия лекционного типа:

Содержание учебной информации, необходимой для последующего выполнения работ	Трудоемкость, час.	ФИО, должность НПР (ПР), из числа работников организаций, осуществляющих трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профилю ОП
<p>1. Молекулярно-генетические маркеры.</p> <p>1. Знакомимся с понятием «маркер» и «молекулярный маркер».</p> <p>2. Изучаем характеристику идеального молекулярного маркера. Мини- и микросателлиты.</p>	2	Дубина Е.В., профессор
<p>2. Классификация молекулярно-генетических маркеров</p> <p>1. Изучаем основные классы молекулярных маркеров.</p> <p>2. Изучаем типы молекулярных маркеров</p>	2	Дубина Е.В., профессор
<p>3. Нуклеиновые кислоты</p> <p>1. Формирование знаний о строении, свойствах, структуре нуклеиновых кислот, как биополимеров.</p> <p>2. Принцип комплементарности ДНК.</p>	2	Дубина Е.В., профессор
<p>4. Общая стратегия исследования макромолекул.</p> <p>1. Методы выделения и очистки геномной ДНК.</p> <p>2. Этапы выделения и очистки ДНК.</p> <p>3. Выделение ДНК с использованием СТАВ – метода. Принцип метода.</p>	2	Дубина Е.В., профессор
<p>5. Методы тестирования ДНК. ПЦР.</p> <p>1. История ПЦР.</p> <p>2. Принцип ПЦР.</p> <p>3. Виды ПЦР.</p>	2	Дубина Е.В., профессор
<p>6. Методы тестирования ДНК. Секвенирование</p> <p>1. Метод Сэнгера. Принцип работы.</p> <p>2. Метод Максама-Гилберта. Принцип работы.</p>	2	Дубина Е.В., профессор
<p>7. Гель-электрофорез.</p> <p>1. Понятие электрофореза.</p> <p>2. Фракционирование.</p> <p>3. Виды электрофореза.</p> <p>4. Компоненты гель-электрофореза.</p>	2	Дубина Е.В., профессор
<p>8. Основные направления и преимущества использования молекулярных маркеров.</p> <p>1. Принцип маркер-вспомогательной селекции</p> <p>2. Беккроссная селекция.</p> <p>3. Линейная селекция.</p> <p>4. Геномная селекция.</p> <p>5. Создание пирамид генов.</p>	2	Дубина Е.В., профессор

9. Молекулярно-генетическая лаборатория.	2	Дубина Е.В., профессор
10. Геномное редактирование растений. Цели. Задачи. Системы геномного редактирования. История метода CRISPR/Cas	2	Дубина Е.В., профессор
Терминология CRISPR/Cas систем	2	Дубина Е.В., профессор
Разнообразие CRISPR/Cas систем	2	Дубина Е.В., профессор
Механизм защиты своих геномов у бактерий и архей на примере CRISPR/Cas9 системы	2	Дубина Е.В., профессор
Конструирование CRISPR/Cas элементов для редактирования геномов	2	Дубина Е.В., профессор
Доставка CRISPR/Cas компонентов в растительную клетку и детекция результатов редактирования	2	Дубина Е.В., профессор
Совершенствование CRISPR/Cas технологии редактирования геномов	2	Дубина Е.В., профессор
Геномное редактирование с помощью CRISPR/Cpf1 системы	2	Дубина Е.В., профессор
Некоторые примеры редактирования геномов растений	2	Дубина Е.В., профессор
Курсовая работа(проект)		

Практические занятия, лабораторные занятия:

Элементы работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью	Трудоемкость, час.	Используемые оборудование и программное обеспечение
<p>1. Выделение ДНК из растительного биоматериала методом СТАВ:</p> <p>I этап</p> <ul style="list-style-type: none"> - измельчение растительного материала в лабораторной ступке; - перенос измельченного материала в пластиковую пробирку с лизирующим буфером и проведение экстракции; - охлаждение супренатанта до комнатной температуры и центрифугирование <p>II этап</p> <ul style="list-style-type: none"> - Двойная очистка ДНК; - Преципация - Центрифугирование и консервирование ДНК 	<p>1 ч</p> <p>3 ч</p> <p>1 ч</p> <p>2 ч</p> <p>1 ч</p> <p>1 ч</p>	<p>Термостаты Термит и Гном, центрифуги Eppendorf 5420, вортексы, гомогенизатор, пипетманы фиксированного объема</p>
<p>2. Выделение ДНК из растительного биоматериала методом Fungoке:</p> <p>I этап</p> <ul style="list-style-type: none"> - измельчение растительного материала в лабораторной ступке; 	<p>1 ч</p>	<p>Термостаты Термит и Гном, центрифуги Eppendorf 5420, вортексы, гомогенизатор</p>

- перенос измельченного материала в пластиковую пробирку с лизирующим буфером и проведение экстракции;	3 ч	
- охлаждение супренатанта до комнатной температуры и центрифугирование	1 ч	
II этап		
- Очистка ДНК;	1 ч	
- Преципация	1 ч	
- Центрифугирование и консервирование ДНК	1 ч	
3. Постановка полимеразной цепной реакции:		ПЦР-боксы, амплификаторы Терцик и BioRad, пипетманы фиксированного объема
- приготовление реакционной ПЦР смеси;	1 ч	
- постановка реакции амплификации.	3 ч	
4. Визуализация продуктов ПЦР методом электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ)		Вертикальные электрофорезные камеры, источник тока, пипетманы фиксированного объема, гель-документирующая система
- приготовление геля и заливка его в электрофорезную камеру;	1 ч	
- полимеризация геля;	1 ч	
- нагружение ПЦР-продукта в гель и проведение электрофореза;	3 ч	
- окрашивание и визуализация гелевой пластины	1 ч	
5. Визуализация продуктов ПЦР методом электрофореза в агарозном геле:		Горизонтальные электрофорезные камеры, источник тока, пипетманы фиксированного объема, трансэлюминатор
- приготовление геля и заливка его в электрофорезную камеру;	1 ч	
- полимеризация геля;	1 ч	
- нагружение ПЦР-продукта в гель и проведение электрофореза;	1 ч	
- визуализация гелевой пластины	1 ч	
6. Обработка полученных данных	1 ч	Компьютер
Итого	32 ч	