

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
Бутурлинская средняя общеобразовательная школа имени В.И. Казакова

ПРИНЯТО

на заседании педагогического совета
МАОУ Бутурлинской СОШ им. В.И. Казакова
протокол от 29.08.2019 № 1

УТВЕРЖДЕНО

приказом директора
МАОУ Бутурлинской СОШ им. В.И. Казакова
от «30.08.2019» 2019 г № 286



Дополнительная
общеобразовательная (общеразвивающая) программа
естественнонаучной направленности «Биотехнология в растениеводстве»

Возраст обучающихся: 11 - 17 лет
Срок реализации: 7 лет

Авторы – составители:
Крутова Елсна Константиновна,
Тарасов Сергей Сергеевич
Нижегородская ГСХА

г. Нижний Новгород, 2019

1. Введение

Одной из ключевых задач современного образования и общества в целом является воспитание и обучение сельской молодежи, именно сельская молодежь призвана обеспечить стратегическую безопасность страны. Для реализации данной задачи необходимо работать с молодежью за рамками школьной программы, воспитывать в детях интерес к общественно - нужным профессиям, важнейшими из которых являются сельскохозяйственные профессии.

В Указе Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 « О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» в составе приоритетных направлений развития страны определены: Обеспечение технологического прорыва в развитии и Новое качество человеческого капитала. Как результат должно быть достигнуто новое качество жизни не только в городских поселениях, но и на селе во всех сферах жизнедеятельности: в работе, приложении творческих сил, создания комфортной среды обитания в интересах нынешних и будущих поколений.

Не только выбор профессии, но и качество знаний, умений и навыков становятся основным конкурентным преимуществом в достижении значимых результатов в будущей жизни сегодняшних школьников, их востребованности в делах государства и общества.

Возрождение школьной профориентации является одной из приоритетных задач современной сельской школы. Значимость сельскохозяйственных профессий в мире будет неуклонно возрастать, т.к. увеличение числа населения планеты, несомненно, приведет к проблеме обеспечения этого населения продуктами питания. Также остро стоит вопрос повышения производительности труда в сельском хозяйстве и повышения рентабельности отрасли за счет внедрения новейших технологий. В плане увеличения продукции растениеводства и животноводства большую роль играет биотехнология. Уже сегодня генная инженерия и биотехнология являются главными направления научно – технического прогресса в производстве продуктов питания.

Выбор будущей профессии - важнейший выбор в жизни каждого человека. Профориентация в школе позволит ученикам осознанной подойти к выбору будущей профессии, особенно это актуально, так как речь идет о сельской школе. Ведь экономику села невозможно развивать, не обеспечив его профессиональными кадрами.

Создаваемые научно – учебные лаборатории помогают не только овладеть пользовательскими умениями и навыками, но и сформировать целостный взгляд на приоритетные направления развития в цифровой экономике будущего.

2. Пояснительная записка

Актуальность программы – актуальность данной программы обусловлена необходимостью повысить интерес обучающихся к современным биотехнологиям, применяемым в сельскохозяйственном производстве, что позволит учащимся составить верную картину состояния аграрной науки и определиться с выбором будущей профессии в области сельского хозяйства. Биотехнология – это направленное использование биологических объектов, систем или процессов для производства различных типов ценных продуктов. Использование биотехнологии в сельском хозяйстве ориентировано на стабильное развитие сельскохозяйственного производства, решение проблемы продовольственной безопасности, получение высококачественных, экологически чистых продуктов питания, переработку отходов сельскохозяйственного производства, восстановление плодородия почв. Современное сельскохозяйственное производство невозможно без применения биотехнологических методов – это микрклональное размножение растений, селекция и получение новых сортов растений, семеноводство, получение трансгенных растений и др. Данная программа включает большой объем теоретических знаний и практические занятия обучающихся в биотехнологической лаборатории, благодаря которым учащиеся научатся практическим навыкам работы.

Направленность программы - естественнонаучная, биотехнологии в растениеводстве.

Отличительные особенности программы – особенностью данной программы является освоение учащимися полного комплекса знаний по биотехнологии растений на высоком уровне, научный подход к освоению программы, основанный на взаимодействии школы и профильного высшего учебного заведения, ранняя профориентация школьников.

Адресат программы – возраст детей, участвующих в реализации данной программы, от 11 до 15 лет. Группы формируются из учащихся желающих заниматься по данной программе.

Цель и задачи программы

Цель – содействовать в приобретении обучающимися знаний в области биотехнологии растений, техники и методики биотехнологического производства, научно - исследовательской работы и профориентация обучающихся.

Задачи –

Обучающие задачи

- ознакомление с современными достижениями биотехнологии растений;

- ознакомление с оборудованием биотехнологической лаборатории;
- формирование навыков работы в стерильных условиях;
- освоение методик получения стерильных культур, микроразмножения и культивирования растительного материала на питательных средах обучение методам, необходимым для осуществления конкретной практической деятельности и решения научно-исследовательских вопросов в области биотехнологии растений;
- подготовка к деятельности, связанной применением биотехнологий растений в области аграрного производства;
- формирование навыков самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области биотехнологии растений.

Развивающие задачи

- стимулировать познавательную активность обучающихся посредством включения их в различные виды проектной и научно – исследовательской деятельности;
- способствовать развитию навыков работы со специальной литературой;
- способствовать активации мыслительной деятельности учащихся, развитию их творческой индивидуальности;
- способствовать развитию научного кругозора учащихся;
- развитие навыков поиска информации из различных источников.

Воспитывающие задачи

- воспитание навыков самоорганизации при выстраивании учебного процесса;
- воспитание стремления к достижению желаемого результата;

Объем и срок освоения программы

Срок реализации программы 7 лет. Она состоит из трех последовательных ступеней обучения.

Формы обучения: очная.

Занятия проводятся в биотехнологической лаборатории и включают теоретические занятия и работу в лаборатории – в ламинарбоксе, работу в теплице по адаптации растений, подготовку докладов, выступления на научно – практических конференциях и семинарах. Основная форма занятий групповая, но при подготовке проектов, докладов и статей учащихся – индивидуальная форма работы.

Режим занятий

На первой ступени обучения занятия проводятся 1 раз в неделю, на второй – 2 раза в неделю, на третьей – 1 раз в неделю.

Планируемые результаты

В результате освоения данной программы учащиеся:

- будут знать особенности растительных организмов;
- методы введения растительных объектов в стерильную культуру;

- получают навыки работы с микроскопической техникой;
- получают навыки приготовления питательных смесей для различных растительных объектов;
- получают навыки работы в ламинарбоксе и микрочеренкования различных растений;
- овладеют навыками поиска необходимой информации из различных источников;
- получение навыков выделения каллуса и культивирования тканей растений на твердой питательной среде;
- получают навыки подготовки проектов по биотехнологии растений;
- овладеют навыками публичных выступлений.

3. Учебный план

Учебный план представлен в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование темы	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
Стартовый уровень				
	5 класс	34	19	15
1	Введение. Предмет биотехнология растений её цели, задачи и методология	1	1	-
2	Основы биотехнологии растений			
2.1	Кто такие растения? Растения в биотехнологии.	2	1	1
2.2	Знакомство с биотехнологической лабораторией	4	2	2
2.3	Вещества необходимые растению. Роль гормонов.	6	4	2
2.4	Что такое каллус?	2	1	1
2.5	Растительные ткани – культивирование тканей растений	8	4	4
2.6	Размножение растений. Микрклональное размножение – разновидность вегетативного, микрочеренкованием.	10	6	4
2.7	Зачем нужна адаптация растения из пробирки?	3	2	1
	6 класс	34	17	17
3.	Растения в пробирке	34	13	21
3.1.	Грибы и бактерии – чем они вредят растению	8	2	6
3.2.	Что такое стерилизация и зачем она нужна	4	2	2
3.3.	Оборудование для стерилизации	4	2	2

3.4.	Лабораторная посуда для биотехнологии растений	2	1	1
3.5.	Методы стерилизации посуды	4	2	2
3.6.	Методы стерилизации семян растений	4	2	2
3.7.	Получение стерильных проростков	8	2	6
Базовый уровень				
	7 класс	68	40	28
4.	Современная биотехнология растений	20	14	6
4.1.	Основные этапы развития биотехнологии. Возможности биотехнологии	4	3	1
4.2.	Разделы биотехнологии	4	3	1
4.3.	Объекты биотехнологии	12	8	4
5	Клеточная инженерия	26	18	8
5.1.	Сферы применения культур растительных клеток.	8	6	2
5.2.	Культура клеток высших растений	6	4	2
5.3.	Образование каллуса. Дедифференцировка клеток растений.	4	2	2
5.4.	Тотипотентность клеток каллуса. Рост каллуса на питательной среде	4	4	-
5.5.	Суспензионные культуры клеток растений	4	2	2
6.	Верхушечная меристема растений	22	10	12
6.1.	Строение конуса нарастания растений	4	2	2
6.2.	Выделение апекса картофеля под микроскопом	4	2	2
6.3.	Культивирование апекса на твердой питательной среде	8	4	4
6.4.	Выделение апекса комнатных растений	6	2	4
	8 класс	68	22	46
7.	Микроклональное размножение и культура растительных клеток	68	30	38
7.1.	Виды питательных сред	8	6	2
7.2.	Состав питательных сред	20	14	6
7.3.	Составление рецептуры питательных сред для различных растений и целей	12	4	8
7.4.	Этапы микроклонального размножения	4	2	2
7.5.	Практическое применение микроклонального размножения в сельском хозяйстве	2	1	1
7.6.	Культивирование растений в пробирках	6	2	4
	9 класс	68	28	40
8.	Адаптация пробирочных растений к нестерильным условиям	50	18	32

8.1.	Необходимость адаптации растений	2	2	-
8.2.	Устойчивость растений	4	2	2
8.3.	Стрессовые гормоны	4	2	2
8.4.	Адаптация растений в теплице	28	8	20
9.	Генная инженерия	18	10	8
9.1.	Возможности генной инженерии			
9.2.	Методы генетической трансформации растений.	4	4	-
9.3.	Ферменты генной инженерии			
9.4.	Выделение ДНК из растительных объектов	12	4	8
9.5.		12		
Продвинутый уровень				
	10 класс	34	17	17
10.	Генетический аппарат растений (генетика растений)	10	5	5
10.1.	Основные законы генетике.	2	1	1
10.2.	Взаимодействие генов и генетика пола	2	1	1
10.3.	Пластидный и митохондриальный геном растений	2	1	1
10.4.	Ядерный геном. Полиплоидия растений	2	1	1
10.5.	Природа и механизм мутаций	2	1	1
	Построение карт рестрикции			
11.	Современные методы селекции растений	8	4	4
11.1.	Основные методы селекции растений	2	1	1
11.2.	Биологические механизмы селекции	2	1	1
11.3.	Направленный мутагенез	2	1	1
11.4.	Ускоренные методы селекции	2	1	1
12.	Специальные биотехнологии растений	8	4	4
12.1.	Экологическая биотехнология	2	1	1
12.2.	Растения устойчивые к вредителям. Гены устойчивости растений к насекомым вредителям. Растения устойчивые к фитопатогенам.	2	1	1
12.3.	Биотехнология в решении проблем энергетики	2	1	1
12.4.	Лесная биотехнология	2	1	1
13.	Сельскохозяйственная биотехнология	8	4	4
13.1.	ГМО	4	2	2
13.2.	Семеноводство и биотехнология растений	2	1	1
13.3.	Парасексуальная гибридизация	2	1	1

	11 класс			
14	It технологии в современной биотехнологии растений	34	15	19
14.1.	Геномика растений.	2	1	1
14.2.	Сборка растительных генов: основные подходы, особенности поиска генов в растительных объектах	2	1	1
14.3.	Картирование чтений, variant calling (поиск замен)	2	1	1
14.4.	Phytozome: обзор базы данных по геномам	2	1	1
14.5.	Транскриптомика растений	2	1	1
14.6.	Транскриптомное секвенирование растений	14	6	8
14.7.	Обработка результатов секвенирования РНК	2	1	1
14.8	Протеомика растений	2	1	1
14.9.	Количественная протеомика	2	1	1
14.10.	Анализ протеомных данных	2	1	1
14.11.	Метаболомный анализ растений	2	1	1

4. Содержание учебного плана

1. Введение. Предмет биотехнология растений её цели, задачи и методология.

Теория: Что такое биотехнология? Краткая история науки. Биотехнология в древности. Современное состояние науки и ее достижения. Чудеса биотехнологии. Биотехнология: добро или зло? Может ли человечество обойтись без биотехнологии? Производство продуктов питания с применением биотехнологии. Биотехнология в сельском хозяйстве. Разделы биотехнологии.

Практика: не предусмотрено.

2. Основы биотехнологии растений.

Теория: Особенности растений, как объекта биотехнологии. Строение растительной клетки. Чем отличаются растения от животных, грибов, бактерий? Как растения используют в биотехнологии? Оборудование и приборы для лаборатории биотехнологии растений. Ламинарбокс. Автоклав. Термостат. Культуральная комната. Посуда. Питание растений (фотосинтез, минеральные вещества, гормоны) – общие сведения. Роль воды для растений. Что такое гормоны растений и для чего они нужны? Чем питается растение в пробирке? Какие части растений можно выращивать в пробирке? Растительные ткани. Какую роль играют меристемы? Что такое каллус? Вегетативное размножение растений и понятие микрклонального

размножения. Размеры эксплантов. Микрочеренкование проростков гороха не в стерильных условиях. Выделение верхушечной меристемы проростков клубня картофеля под микроскопом не в стерильных условиях. Условия в пробирке. Почему растение нельзя из пробирки высаживать в грунт? Что такое адаптация? Какие процессы происходят с растением в период адаптации?

Практика: Техника безопасности при работе в биотехнологической лаборатории; работа с химреактивами, работа с электроприборами, работа с биологическими объектами (2 занятия). Изучение лабораторной посуды (пробирки, колбы, стаканы, мензурки, воронки, пипетки, чашки Петри, покровные и предметные стёкла и пр.) (2 занятия). Изучение лабораторного оборудования (микроскоп, фитотрон, термостат, центрифуги, фотометрическое оборудование, весы и пр.) (2 занятия). Вещества, используемые в биотехнологии, знакомство со списком химических реактивов (1 занятие). Вещества необходимые растениям для роста и развития; макро и микроэлементы, знакомство с основными солями потребляемыми растениями и приготовление основных питательных гидропонных сред (Копа, Прянишникова) (2 занятия). Рост стимулирующие и ингибирующие вещества – фитогормоны; рост активизирующие и ингибирующие действие гетероауксина на прорастание семян растений (1-2 занятия).

Строение клетки чешуи лука. Изучение клетки под микроскопом. Верхушечная меристема элодеи канадской – изучение строения клетки меристемы под микроскопом. Особенности строения клетки меристемы. Оборудование биотехнологической лаборатории – осмотр оборудования. Необходимые помещения биотехнологической лаборатории.

3. Растения в пробирке

Теория: Бактерии – особенности строения, питания, размножения. Разнообразие бактерий. Грибы – особенности строения, питания, размножения. Разнообразие грибов. Микроскопия дрожжевых грибов, мукора. Зачем нужна стерилизация? Специальное оборудование для стерилизации. Оборудование моечной. Лабораторная посуда. Стерилизация посуды. Вещества и средства для стерилизации приборов, инструментов и посуды. Особенность стерилизации живых растений. Стерилизация семян растений (гороха). Получение стерильных проростков гороха в Чашках Петри.

Практика: Строение бактерии, плазмиды. Агробактерии. Морфо - анатомическое рассмотрение под микроскопом мицелия и спор грибов – вредителей растений (спорынья, ржавчина, фитофтора, мукор). Составление таблицы - какие основные грибковые и бактериальные заболевания растений. Изучение влияния автоклавирования на рост микроорганизмов на питательных средах (2 занятия). Изучение строения и функционирования сушильных стерилизационных шкафов (1 занятие) и автоклавов (1 занятие.)

Стерилизация посуды в сушильных шкафах (1 занятие) и в автоклаве (1 занятие). Химическая стерилизация семян (1 занятие), физическая стерилизация семян (1 занятие). Культивирование растений с применением антибиотиков (2 занятие), с применением хлорамина (2 занятие), УФ облучения (2 занятия).

4. Современная биотехнология растений

Теория: История развития биотехнологии от древности до современности. Основные достижения современной биотехнологии. Уникальность биотехнологии как науки. Знакомство с разделами современной биотехнологии – инженерная энзимология, генная инженерия, клеточная инженерия, промышленная биотехнология, сельскохозяйственная биотехнология. Связь биотехнологии с другими науками. Объекты биотехнологии – вирусы, бактерии и цианобактерии, грибы, низшие растения (водоросли), лишайники, простейшие, животные, растения. Тотипотентность растительных клеток.

Практика: Доклады, рефераты. Выращивание и изучение морфофизиологических параметров дрожжей (1 занятие), микроклонов растений и калусных тканей (1 занятие), агробактерий (1 занятие), высших базидиальных грибов (1 занятие).

5. Клеточная инженерия.

Теория: Что включает клеточная инженерия? - Получение биологически активных веществ растительного происхождения. Клональное микроразмножение. Получение безвирусных растений. Культура зародышей (эмбриокультура). Соматическая гибридизация (слияние протопластов клеток). Изучение клеток вне организма. Кримоконсервация как метод сохранения генофонда.

Каллус – наиболее часто культивируемая растительная ткань. Образование каллуса у интактных растений. Дифференцировка и дедифференцировка. Морфофизиологические особенности клеток каллуса. Получение каллуса проростков гороха (картофеля). Суспензионные культуры. Применение суспензионных культур растительных клеток. Кривая роста клеток в суспензиях.

Практика: Экстракция биологически активных веществ из культуры растительных клеток (2 занятия). Соматическая гибридизация. Получение протопластов растительных клеток (2 занятия). Получение каллуса из одиночных клеток (2 занятия). Получение и культивирование суспензии (2 занятия).

6. Верхушечная меристема

Теория: Строение конуса нарастания стебля и корня. Получение безвирусного растительного материала. Состав питательной среды для

культивирования апекса. Выделение верхушечной меристемы комнатных растений.

Практика: Микроскопия конуса нарастания стебля. Микроскопия конуса нарастания корня. Выделение апекса картофеля под микроскопом. Состав питательной среды для культивирования апекса. Физические методы получения безвирусной культуры из конуса нарастания стебля. Выделение конуса нарастания комнатных растений.

7. Микрклональное размножение (клональное микроразмножение)

Теория: Преимущество микрклонального размножения. Какие факторы влияют на микрклональное размножение растений. Этапы микрклонального размножения. Методы микрклонального размножения растений. Питательные среды – их виды, состав. Приготовление питательных сред. Культура изолированных клеток. Гистогенез. Морфогенез. Микрклональное размножение различных растений – картофеля, гороха и др. Почему некоторые растения плохо размножаются *in vitro*. Особые условия для культивирования некоторых растений.

Практика: Подготовка сред и посуды к клонированию растений (1 зан.); Обработка посадочного материала от эндогенных фитопатогенов (1 зан.); Выделение с последующим культивированием апикальных меристем на твердую питательную среду (2 зан.). Приготовление питательных сред для культивирования клеток и тканей *in vitro*. Твёрдая и жидкая питательная среда Чепека – Докса. Питательная. Питательная среда Мурасиге и Скуга в классическом варианте, модифицированная для культивирования апикальных меристем картофеля и для микроразмножения картофеля черенкованием побегов. Питательная среда Уайта. Среда Гамборга (В-5). Среда для укоренения растений картофеля. Среда для культивирования протопластов табака и картофеля (22 занятия). Составление схемы: «Составные этапы микрклонального размножения растений и их этап. Решение практических задач. 1) Микрклональное размножение картофеля; получение микроклубней – безвирусного посадочного материала (суперсуперэлита). 2) микрклональное размножение яблони; получение безвирусных саженцев. Проверка полученного материала на наличие эндогенных фитопатогенов с помощью ПЦР диагностики.

Виды питательных сред – для чего используются, чем отличаются. Состав питательных сред – вещества, входящие в питательные среды. Приготовление маточных растворов. Составление питательной среды для различных целей – для культивирования картофеля, кустарников (смородины, малины и др.). Для получения вторичных метаболитов. Для выращивания каллуса. Культивирование изолированных клеток. Гистогенез. Морфогенез. Искусственные семена. Микрклональное размножение растений – картофеля, гороха, др.

8. Адаптация пробирочных растений к нестерильным условиям

Теория: Виды и типы устойчивости растений. Понятие стресса. Вещества, позволяющие растениям адаптироваться к стрессу. Способы адаптации пробирочных растений в условиях теплицы.

Практика: Влияние гипер и гипотремии на проростки растений (определение интенсивности дыхания) (1 зан.) и активности каталазы (1 зан.). Влияние ауксина и этилена на энергию прорастания семян (2 зан.). Приготовление адаптационных грунтов (1 зан.); высаживание растений из пробирки в адаптационный грунт (1 зан.); культивирование растений в условиях фитотрона (1 зан.); высаживание растений из фитотрона в теплицу (1 зан.); культивирование растений в теплице: определение прироста, биомассы и L побега, содержание фотосинтетических пигментов, интенсивности фотосинтеза и дыхания, стресс маркёров (ПОЛ, ОМБ) (16 зан.). Выделение и культивирование симбиотических микроорганизмов: Nitromonos; Franke; Azotbacter; Nostoc (2 зан.); Многообразие сапротрофных грибов – перспективный биотехнологический объект. Получение первичных и вторичных маточных культур грибов (2 зан.); Культивирование грибного мицелия на твёрдой питательной среде (зерно ячменя) (2 зан.); Приготовление субстрата и культивирование целлюлозоразрушающих грибов (2 занятия).

9. Генная инженерия

Теория: Понятие гена. Строение гена. Рекомбинантная ДНК. Ферменты используемые в генной инженерии. Рестриктазы, лигазы, полимеразы. Классификация рестриктаз. Механизм действия рестриктаз.

Практика: Выделение ДНК у растительных объектов (1 зан.); Амплификация генетического материала (ПЦР в режиме реального времени) (1 зан.); введение гена в вектор (Агробактерию) для переноса в организм (1 зан.); перенос вектора с геном в модифицируемый организм (1 зан.); подавление вектора в составе трансгенного организма (1 зан.); Амплификация (проверка наличия нужного гена в модифицированном организме) (1 зан.); микрклональное размножение трансгенного объекта (2 зан)

10. Генетический аппарат растений (генетика растений)

Теория: Основные законы генетике, взаимодействие генов и генетика пола. Понятие гена, генома, генотипа, генофонда, их структура и функционирование. Ядерный, митохондриальный и плазмидный геномы. Рекомбинантная ДНК. Ферменты – основной продукт реализации генов; строение, функционирование и классификация. Ферменты, используемые в генной инженерии: рестриктазы, лигазы, полимеразы.

Практика: Решение генетических задач повышенной сложности (3 занятия). Определение полиплоидии микроскопическим методом (1 занятие). Определение мутаций у растений различными методами после воздействия мутагеном (1 занятие).

Построение карт рестрикции. Конструирование рекомбинантных ДНК. Определение нуклеотидной последовательности ДНК. Гибридизация ДНК

(блоттинг). Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Применение ПЦР. Введение гена в клетку. Вектор. Регуляция экспрессии генов прокариот и эукариот. Типы векторов. Ti Ri плазмиды. Возможности генной инженерии растений.

11. Современные методы селекции растений.

Теория: Искусственное изменение генетического аппарата растений, биологические механизмы селекции. Направленный мутагенез. Основные методы селекции. Применение ускоренных методов селекции. Селекция клональных и трансгенных растений. Клеточная селекция растений.

Практика: Обработка УФ семян растений (1 занятие). Определение наличия хозяйственно значимых генов в растительном материале. Проведение селекции клональных, трансгенных растений и клеточных культур.

12. Специальная биотехнология растений.

Теория: Экологическая биотехнология; применение современных методов очистки загрязнённых экосистем. Сельскохозяйственная биотехнология; биотехнологические приёмы при выращивании сельскохозяйственных растений и животных. Техническая биотехнология; разработка новых методов борьбы с биодеструкторами, применение живых органумов для получения энергии. Медицинская биотехнология; получение лекарств и других биологически активных веществ.

Практика: Приготовление компоста из бытовых отходов (1 зан.). Определение гена устойчивости к фитофагам (1 зан.). Создание микробного топливного элемента (1 зан.). Экстракция и определение лекарственных веществ в растительном сырье.

13. Сельскохозяйственная биотехнология.

Теория: Взаимосвязь сортоводства, семеноводство и биотехнологии растений. Парасексуальная гибридизация. Создание генномодифицированных организмов (ГМО) – трансгенез. Селекция генномодифицированных организмов.

Практика: Способы получения новых сортов и учёта хозяйственно значимых генов - сравнительный анализ. Получение новых сортов методом искусственного мутагенеза генеративных тканей (1 зан.). Получение новых сортов путём генной модификации особей (1 зан.)

14. ИТ технологии в современной биотехнологии растений. Биоинформатика.

Теория: Геномика растений. Сборки растительных геномов: основные подходы, особенности поиска генов в растительных объектах; Обзор современных методов секвенирования и анализа последовательностей ДНК. Транскриптомика растений. Транскриптомное секвенирование: обзор технологий, специфика применения у растений. Геномное редактирование и

дизайн нового поколения трансгенов. Геномное редактирование растений с применением системы CRISPR/Cas9 и Talen системы. Протеомика растений. Количественная протеомика анализ экспрессии. Метаболомный анализ растений. Инструментальные платформы для реализации метаболомного анализа. Гликоинформатика растений. Углеводные базы данных - обзор проблем формального описания углеводов (языки, визуализация и т.д.).

Практика: Картирование чтений, variant calling (поиск замен); Аннотация генома органеллы или фрагмента ядерного генома и SNP-calling; Phytozome: обзор базы данных по геномам. Качество аннотации и сборки. Обработка результатов секвенирования РНК. Подсчёт уровня экспрессии генов, выявление дифференциально экспрессирующихся генов, анализ метаболических путей; Секвенирование РНК на уровне одиночных клеток: предобработка данных, анализ и визуализация результатов, анализ траекторий развития клеток. Этапы геномного редактирования растений с применением CRISPR/Cas9 на практике; Дизайн векторных конструкций для эффективной экспрессии генов в растениях. Методы без использования метки (техника label-free quantification), методы, основанные на химическом и метаболическом мечении (isobaric tags for relative and absolute quantification, iTRAQ) с учетом особенностей интерпретации данных; Анализ протеомных данных и Интеграция данных протеомного и метаболомного анализов. Знакомство с комплексом программного обеспечения для обработки результатов ГХ-МС и ВЭЖХ-МС/МС экспериментов и извлечения полезной информации из массива полученных данных». ГХ-МС. Carbohydrate Structure Database (CSDB); Базы данных активностей гликозилтрансфераз в исследованиях углеводов; Структура, эволюция и классификация гликозилгидролаз - база данных CAZy и иерархическая классификация гликозилгидролаз; Структурные исследования углеводов с помощью спектроскопии ЯМР - обзор современных методов спектроскопии ЯМР в применении к установлению первичной структуры гликополимеров; Переход от символической записи углеводов к атомным координатам - основы создания координат углеводов, области и варианты их использования; Гликолипидные мембраны: модельные подходы к описанию реалистичных систем - использование on-line сервисов для построения многокомпонентных гликолипидных мембран с случайным распределением, создания стартового комплекса мембрана-белок для молекулярной динамики: ориентирование белка на поверхности используя on-line сервисы и молекулярный докинг.

5. Календарный учебный график

См. Приложение

6. Формы аттестации

Текущий контроль – вопросы и тестовые работы в конце каждой темы. Промежуточный контроль – выступление на семинарах и зачет по итогам реализации программы.

7. Оценочные материалы

№№	Раздел программы	Форма контроля	Критерий оценки	Система оценки
1	Введение. Предмет биотехнология растений её цели, задачи и методология	Устный опрос из 10 вопросов	1 балл – менее двух правильных ответов 2 балла – 3–4 правильных ответа 3 балла – 5–6 правильных ответов 4 балла – 7–8 правильных ответов 5 баллов – 9–10 правильных ответов	0–2 балла – <i>низкий уровень</i> освоения программы; 3 балла – <i>средний уровень</i> освоения программы; 4–5 баллов – <i>высокий уровень</i> освоения программы
2	Основы биотехнологии растений	Устный опрос из 10 вопросов	1 балл – менее двух правильных ответов 2 балла – 3–4 правильных ответа 3 балла – 5–6 правильных ответов 4 балла – 7–8 правильных ответов 5 баллов – 9–10 правильных ответов	
3	Растения в пробирке	Устный опрос из 10 вопросов	1 балл – менее двух правильных ответов 2 балла – 3–4 правильных ответа 3 балла – 5–6 правильных ответов 4 балла – 7–8 правильных ответов 5 баллов – 9–10 правильных	

			ответов
4	Современная биотехнология растений	Устный опрос из 10 вопросов	1 балл – менее двух правильных ответов 2 балла – 3–4 правильных ответа 3 балла – 5–6 правильных ответов 4 балла – 7–8 правильных ответов 5 баллов – 9–10 правильных ответов
5	Клеточная инженерия	Устный опрос из 10 вопросов	1 балл – менее двух правильных ответов 2 балла – 3–4 правильных ответа 3 балла – 5–6 правильных ответов 4 балла – 7–8 правильных ответов 5 баллов – 9–10 правильных ответов
6	Верхушечная меристема растений	Устный опрос из 10 вопросов	1 балл – менее двух правильных ответов 2 балла – 3–4 правильных ответа 3 балла – 5–6 правильных ответов 4 балла – 7–8 правильных ответов 5 баллов – 9–10 правильных ответов
7	Микроклональное размножение и культура	Устный опрос из 10 вопросов	1 балл – менее двух правильных

	растительных клеток		<p>ответов 2 балла – 3–4 правильных ответа 3 балла – 5–6 правильных ответов 4 балла – 7–8 правильных ответов 5 баллов – 9– 10 правильных ответов</p>	
8	Адаптация пробирочных растений нестерильным условиям	к Устный опрос из 10 вопросов	<p>1 балл – менее двух правильных ответов 2 балла – 3–4 правильных ответа 3 балла – 5–6 правильных ответов 4 балла – 7–8 правильных ответов 5 баллов – 9– 10 правильных ответов</p>	
9	Генная инженерия	Устный опрос из 10 вопросов	<p>1 балл – менее двух правильных ответов 2 балла – 3–4 правильных ответа 3 балла – 5–6 правильных ответов 4 балла – 7–8 правильных ответов 5 баллов – 9– 10 правильных ответов</p>	
10	Генетический аппарат растений (генетика растений)	Устный опрос из 10 вопросов	<p>1 балл – менее двух правильных ответов 2 балла – 3–4 правильных ответа</p>	

			3 балла – 5–6 правильных ответов 4 балла – 7–8 правильных ответов 5 баллов – 9– 10 правильных ответов	
11	Современные методы селекции растений	Устный опрос из 10 вопросов	1 балл – менее двух правильных ответов 2 балла – 3–4 правильных ответа 3 балла – 5–6 правильных ответов 4 балла – 7–8 правильных ответов 5 баллов – 9– 10 правильных ответов	
12	Специальные биотехнологии растений	Устный опрос из 10 вопросов	1 балл – менее двух правильных ответов 2 балла – 3–4 правильных ответа 3 балла – 5–6 правильных ответов 4 балла – 7–8 правильных ответов 5 баллов – 9– 10 правильных ответов	
13	Сельскохозяйственная биотехнология	Устный опрос из 10 вопросов	1 балл – менее двух правильных ответов 2 балла – 3–4 правильных ответа 3 балла – 5–6 правильных ответов 4 балла – 7–8	

			правильных ответов 5 баллов – 9– 10 правильных ответов	
14	Ит технологии в современной биотехнологии растений	Устный опрос из 10 вопросов	1 балл – менее двух правильных ответов 2 балла – 3–4 правильных ответа 3 балла – 5–6 правильных ответов 4 балла – 7–8 правильных ответов 5 баллов – 9– 10 правильных ответов	

8. Методические материалы

Занятия проводятся в 1 группе до 12 человек по 1 - 2 академических часа в неделю.

Специфика данной программы позволяет использовать многообразные формы обучения и различные **методы, и приёмы:**

- словесный метод (рассказ, объяснение, беседа, лекция, дискуссия)
- наглядный метод (личный показ педагога, демонстрация презентаций, иллюстраций)
- практический метод (эксперимент, опыт, проект)
- репродуктивный метод (объяснение нового материала с учётом пройденного)
- метод самостоятельной работы (анализ творческой деятельности, защита проектов)
- метод проектов
- использование методических приёмов, предложенных педагогом.

Большую помощь педагогу оказывают методы, стимулирующие интерес к обучению: создание ситуаций успеха, беседы, встречи, дискуссии, праздники, конкурсы, проекты и т.д.

Каждый этап обучения подразумевает овладение ребёнком определённым уровнем знаний, умений и навыков, а также развитие его личностных качеств.

Занятия по программе реализованы по принципу непрерывного обучения.

Основной подход к обучению – личностно-ориентированный.

Основные формы проведения занятий:

- мультимедиа-лекции;

- беседа;
- консультация;
- лабораторные работы;
- публичное выступление с демонстрацией результатов работы;
- обсуждения, дискуссии;
- практические работы;
- проектная деятельность;
- Workshop (рабочая мастерская - групповая работа, где все участники активны и самостоятельны).

Формы проведения занятий см. Приложение

9. Условия реализации программы

Марина, Геннадьевна это вам вставить. Что там у нас за оборудование?

Литература

1. Филиппова, А. В. Основы научных исследований: учебное пособие / сост. А. В. Филиппова. – Кемерово, 2012. – 76 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=30180
2. Кузнецов, В. В. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений / Вл. В. Кузнецов, В. В. Кузнецов, Г. А. Романов. – Спб.: Лань, 2012. – 487 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8803
3. Прикладная экобиотехнология. В 2 т.: учеб. пособие. Т. 1 / [А. Е. Кузнецов [и др.] ; ред. Т. Е. Толстихина]. - М.: Бином. Лаборатория Знаний, 2010. - 629 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8793
4. Прикладная экобиотехнология. В 2 т.: учеб. пособие. Т. 2 / [А. Е. Кузнецов [и др.] ; ред. Т. Е. Толстихина]. - М.: Бином. Лаборатория Знаний, 2010. - 485 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=8794
5. Ермишин, А.П. Генетически модифицированные организмы и биобезопасность / А.П.Ермишин. - Минск : Белорусская наука, 2013. - 172 с. - ISBN 978-985-08-1592-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231206>
6. Генетические основы селекции растений. Клеточная инженерия: в 4-х т. / под ред. О.Н.Пручковская. - Минск: Белорусская наука, 2012. - Т. 3. Биотехнология в селекции растений. с. - ISBN 978-985-08-1392-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142474>

Интернет ресурсы

Сайт Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки. Режим доступа: <http://www.cnsnb.ru>

Университетская информационная система России. Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru>

Бесплатная библиотека on-line на Sibnet. Режим доступа: <http://lib.sibnet.ru>

Биология трансгенного растения. Режим доступа:

http://www.ippras.ru/society_physiologists_plants/VI_OFR_Abstr/symposium_7.pdf

Интернет-журнал Биотехнология. Режим доступа:

http://www.biotechnolog.ru/ge/ge12_7.htm

Интернет-журнал о коммерческих биотехнологиях. Режим доступа:

<http://cbio.ru/page/46/id/943/>

Трансгенные растения. Режим доступа:

<http://www.studfiles.ru/preview/1150630/>

Центр «Биоинженерия» РАН. Режим доступа:

<http://www.biengi.ac.ru/molbiol.htm>

За биобезопасность. Сайт кампании против массового внедрения генетически изменённых организмов, законодательство в этой сфере, электронные версии публикаций. Режим доступа: <http://biosafety.seu.ru>

<http://www.biotechnolog.ru>

ПРИЛОЖЕНИЕ

Календарный учебно-тематический план (5 класс).

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятий	Форма контроля
1	сентябрь	11.09	17.00-19.35	Лекция	2	Предмет Биотехнология растений, её цели, задачи и методология.	Опрос в конце занятия
2	сентябрь	18.09	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Растения в биотехнологии. Техника безопасности	Опрос в конце занятия
3	октябрь	09.10	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Принцип организации биотехнологической лаборатории	Опрос в конце занятия
4	октябрь	30.10	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Лабораторное оборудование, посуда и реактивы	Опрос в конце занятия
5	ноябрь	08.11	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Общие принципы минерального питания растений	Опрос в конце занятия
6	ноябрь	13.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Макроэлементы	Опрос в конце занятия. Отчёт
7				Лекция, Лабораторная работа	2	Микроэлементы и регуляторы роста и развития растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
8				Лекция Лабораторная работа	2	Организация и классификация растительных тканей	Опрос в конце занятия. Отчёт.
9				Лекция Лабораторная работа	2	Основные и механические ткани	Опрос в конце занятия. Отчёт.

10				Лекция Лабораторная работа	2	Проводящие ткани	Опрос в конце занятия. Отчёт.
11				Лекция Лабораторная работа	2	Образовательные ткани	Опрос в конце занятия. Отчёт.
12	ноябрь	27.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Механизм и способы размножения растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
13	декабрь	04.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Половое и бесполое размножение растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
14	декабрь	11.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Вегетативное размножение растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
15	декабрь	18.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Микрочеренкование растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
16	декабрь	25.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторный практикум	2	Микроклональное размножение растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
17	январь	15.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторный практикум	2	Микроклональное размножение растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.

Календарный учебно-тематический план, линия (6 класс).

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятий	Форма контроля
1	сентябрь	11.09	17.00-19.35	Лекция	2	Классификация живых организмов. Бактерии	Опрос в конце занятия
2	сентябрь	18.09	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Классификация живых организмов. Грибы.	Опрос в конце занятия
3	октябрь	09.10	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Полезные и вредные бактерии	Опрос в конце занятия
4	октябрь	30.10	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Полезные и вредные грибы	Опрос в конце занятия
5	ноябрь	08.11	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Значение и способы стерилизации.	Опрос в конце занятия
6	ноябрь	13.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Влияние стерилизации на микроорганизмы	Опрос в конце занятия. Отчёт
7				Лекция, Лабораторная работа	2	Лабораторная посуда для биотехнологии растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
8				Лекция Лабораторная работа	2	Сухая стерилизация посуды	Опрос в конце занятия. Отчёт.
9				Лекция Лабораторная работа	2	Стерилизация посуды под давлением	Опрос в конце занятия. Отчёт.
10				Лекция Лабораторная работа	2	Химическая стерилизация семян	Опрос в конце занятия. Отчёт.
11				Лекция Лабораторная работа	2	Физическая стерилизация семян	Опрос в конце занятия. Отчёт.

12	ноябрь	27.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Химическая обработка проростков	Опрос в конце занятия. Отчёт.
13	декабрь	04.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Химическая обработка проростков	Опрос в конце занятия. Отчёт.
14	декабрь	11.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Физическая обработка проростков	Опрос в конце занятия. Отчёт.
15	декабрь	18.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Физическая обработка проростков	Опрос в конце занятия. Отчёт.
16	декабрь	25.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторный практикум	2	Сушильные шкафы и УФ лампы	Опрос в конце занятия. Отчёт.
17	январь	15.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторный практикум	2	Автоклавы ламинар боксы	Опрос в конце занятия. Отчёт.

Календарный учебно-тематический план, линия (7 класс).

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятий	Форма контроля
1	сентябрь	11.09	17.00-19.35	Лекция	2	История биотехнологии	Опрос в конце занятия
2	сентябрь	18.09	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Значение биотехнологии	Опрос в конце занятия
3	октябрь	09.10	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Сельскохозяйственная, лесная, пищевая, медицинская биотехнология	Опрос в конце занятия
4	октябрь	30.10	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Техническая, строительная и космическая биотехнология	Опрос в конце занятия
5	ноябрь	08.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Биотехнология растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
6	ноябрь	13.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Биотехнология растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
7				Лекция Лабораторная работа	2	Биотехнология бактерий	Опрос в конце занятия. Отчёт.
8				Лекция Лабораторная работа	2	Биотехнология грибов	Опрос в конце занятия. Отчёт.
9				Лекция Лабораторная работа	2	Биотехнология беспозвоночных животных	Опрос в конце занятия. Отчёт.
10				Лекция Лабораторная работа	2	Биотехнология позвоночных животных	Опрос в конце занятия. Отчёт.
11				Лекция Лабораторная работа	2	Использование клональных растений в медицине и фармации	Опрос в конце занятия. Отчёт.

12	ноябрь	27.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Сельскохозяйственное применение клональных растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
13	декабрь	04.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Декоративное и природоохранное применение клональных растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
14	декабрь	11.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Перспектива применения клональных растений в космосе	Опрос в конце занятия. Отчёт.
15	декабрь	18.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Особенности растительных клеток	Опрос в конце занятия. Отчёт.
16	декабрь	25.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Соматическая гибридизация	Опрос в конце занятия. Отчёт.
17	январь	15.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Получение протопластов	Опрос в конце занятия. Отчёт.
18	январь	22.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Каллусные культуры. Дедифференцировка клеток растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
19	январь	22.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Каллусные культуры. Дедифференцировка клеток растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
20	январь	22.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Получение суспензионной культуры	Опрос в конце занятия. Отчёт.
21	январь	22.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Тотипотентность клеток каллуса	Опрос в конце занятия. Отчёт.
22	январь	29.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Рост каллусов на разных питательных средах	Опрос в конце занятия. Отчёт.
23				Лекция Лабораторная работа	2	Меристемы картофеля	Опрос в конце занятия. Отчёт.

24				Лекция Лабораторная работа	2	Выделение апикальных меристем картофеля под микроскопом	Опрос в конце занятия. Отчёт.
25				Лекция Лабораторная работа	2	Стерилизация апикса картофеля - получение безвирусного материала	Опрос в конце занятия. Отчёт.
26				Лекция Лабораторная работа	2	Посадка апикса – получение микроклонов из апикальных меристем.	Опрос в конце занятия. Отчёт.
27				Лекция Лабораторная работа	2	Укоренение микроклонов	Опрос в конце занятия. Отчёт.
28				Лекция Лабораторная работа	2	Адаптация микроклонов на питательной среде.	Опрос в конце занятия. Отчёт.
29				Лекция Лабораторная работа	2	Проверка клонов на наличие фитопатогенов.	Опрос в конце занятия. Отчёт.
30				Лабораторная работа	2	Получение безвирусного посадочного материала (работа в проектных группах)	Отчёт.
31				Лабораторная работа	2	Получение безвирусного посадочного материала (работа в проектных группах)	Отчёт.
32				Лабораторная работа	2	Получение безвирусного посадочного материала (работа в проектных группах)	Отчёт.
33				Лабораторная работа	2	Получение безвирусного посадочного материала (работа в проектных группах)	Отчёт.
34				Лабораторная работа	2	Получение безвирусного посадочного материала (работа в проектных группах)	Отчёт.

Календарный учебно-тематический план, линия (8 класс).

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятий	Форма контроля
1	сентябрь	11.09	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Выделение и стерилизация апикальных меристем	Опрос в конце занятия
2	сентябрь	18.09	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Посадка апикальных меристем	Опрос в конце занятия
3	октябрь	09.10	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Укоренение растений полученных из апикальных меристем	Опрос в конце занятия
4	октябрь	30.10	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Адаптация клонированных растений	Опрос в конце занятия
5	ноябрь	08.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Виды питательных сред	Опрос в конце занятия. Отчёт.
6	ноябрь	13.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Твёрдые питательные среды	Опрос в конце занятия. Отчёт.
7				Лекция Лабораторная работа	2	Жидкие питательные среды	Опрос в конце занятия. Отчёт.
8				Лекция Практическая работа	2	Состав питательных сред	Опрос в конце занятия. Отчёт.
9				Лекция Лабораторная работа	2	Жидкая питательная среда Чипека – Докса	Опрос в конце занятия. Отчёт.
10				Лекция Лабораторная работа	2	Твёрдая питательная среда Чипека – Докса	Опрос в конце занятия. Отчёт.
11				Лекция Лабораторная работа	2	Питательная среда Мурасиге и Скуга	Опрос в конце занятия. Отчёт.

12	ноябрь	27.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Питательная среда Мурасиге и Скуга	Опрос в конце занятия. Отчёт.
13	декабрь	04.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Питательная среда Мурасиге и Скуга	Опрос в конце занятия. Отчёт.
14	декабрь	11.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Питательная среда Уайта	Опрос в конце занятия. Отчёт.
15	декабрь	18.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Питательная среда Габорга (В-5)	Опрос в конце занятия. Отчёт.
16	декабрь	25.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Составление рецепта и подготовка питательной среды для картофеля	Опрос в конце занятия. Отчёт.
17	январь	15.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Составление рецепта и подготовка питательной среды для яблони	Опрос в конце занятия. Отчёт.
18	январь	22.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Составление рецепта и подготовка питательной среды для вишни	Опрос в конце занятия. Отчёт.
19	январь	22.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Составление рецепта и подготовка питательной среды для орхидных	Опрос в конце занятия. Отчёт.
20	январь	22.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Составление рецепта и подготовка питательной среды для вересковых	Опрос в конце занятия. Отчёт.
21	январь	22.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Составление рецепта и подготовка питательной среды для хвойных	Опрос в конце занятия. Отчёт.
22	январь	29.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Этапы микрклонального размножения растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
23				Лекция Лабораторная работа	2	Этапы микрклонального размножения растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.

24				Лекция Лабораторная работа	2	Работа в проектных группах. Получение и адаптация клональных растений новыми методами.	Отчёт.
25				Лекция Лабораторная работа	2	Работа в проектных группах. Получение и адаптация клональных растений новыми методами.	Отчёт.
26				Лекция Лабораторная работа	2	Работа в проектных группах. Получение и адаптация клональных растений новыми методами.	Отчёт.
27				Лекция Лабораторная работа	2	Работа в проектных группах. Получение и адаптация клональных растений новыми методами.	Отчёт.
28				Лекция Лабораторная работа	2	Работа в проектных группах. Получение и адаптация клональных растений новыми методами.	Отчёт.
29				Лекция Лабораторная работа	2	Работа в проектных группах. Получение и адаптация клональных растений новыми методами.	Отчёт.
30				Лабораторная работа	2	Работа в проектных группах. Получение и адаптация клональных растений новыми методами.	Отчёт.
31				Лабораторная работа	2	Работа в проектных группах. Получение и адаптация клональных растений новыми методами.	Отчёт.

32				Лабораторная работа	2	Работа в проектных группах. Получение и адаптация клональных растений новыми методами.)	Отчёт.
33				Лабораторная работа	2	Работа в проектных группах. Получение и адаптация клональных растений новыми методами.	Отчёт.
34				Лабораторная работа	2	Работа в проектных группах. Получение и адаптация клональных растений новыми методами.	Отчёт.

Календарный учебно-тематический план, линия (9 класс).

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятий	Форма контроля
1	сентябрь	11.09	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Необходимость адаптации растений	Опрос в конце занятия
2	сентябрь	18.09	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Устойчивость растений к абиотическим факторам	Опрос в конце занятия
3	октябрь	09.10	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Устойчивость растений к биотическим факторам	Опрос в конце занятия
4	октябрь	30.10	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Рост активизирующие вещества	Опрос в конце занятия
5	ноябрь	08.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Рост ингибирующие вещества	Опрос в конце занятия. Отчёт.
6	ноябрь	13.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Адаптационные грунты	Опрос в конце занятия. Отчёт.
7				Лекция Лабораторная работа	2	Высадка растений из пробирки в грунт	Опрос в конце занятия. Отчёт.
8				Лекция Практическая работа	2	Культивирование клональных растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
9				Лекция Лабораторная работа	2	Культивирование клональных растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
10				Лекция Лабораторная работа	2	Определение морфометрических показателей клональных растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
11				Лекция Лабораторная работа	2	Определение морфометрических показателей клональных растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.

12	ноябрь	27.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Определение фотосинтетических параметров клональных растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
13	декабрь	04.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Определение фотосинтетических параметров клональных растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
14	декабрь	11.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Определение Дыхания клональных растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
15	декабрь	18.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Определение витаминов у клональных растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
16	декабрь	25.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Определение БАВ у клональных растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
17	январь	15.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Определение стресс маркёров у клональных растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
18	январь	22.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Определение стресс маркёров у клональных растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
19	январь	22.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Определение антиоксидантных ферментов у клональных растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
20	январь	22.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Симбиотические микроорганизмы	Опрос в конце занятия. Отчёт.
21	январь	22.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Симбиотические микроорганизмы	Опрос в конце занятия. Отчёт.
22	январь	29.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Симбиотические грибы	Опрос в конце занятия. Отчёт.

23				Лекция Лабораторная работа	2	Сапротрофные грибы	Опрос в конце занятия. Отчёт.
24				Лекция Лабораторная работа	2	Сапротрофные грибы	Отчёт.
25				Лекция Лабораторная работа	2	Сапротрофные грибы	Отчёт.
26				Лекция Лабораторная работа	2	Генетическая трансформация растений: значение и проблема.	Отчёт.
27				Лекция Лабораторная работа	2	Этапы генетической трансформации	Отчёт.
28				Лекция Лабораторная работа	2	Конструирования вектора с трансформируемым геном	Отчёт.
29				Лекция Лабораторная работа	2	Выделение ДНК растений	Отчёт.
30				Лабораторная работа	2	Выделение ДНК донорного организма	Отчёт.
31				Лабораторная работа	2	Рестрикция	Отчёт.
32				Лабораторная работа	2	Аmplификация генетического материала	Отчёт.
33				Лабораторная работа	2	Трансгенез	Отчёт.
34				Лабораторная работа	2	Проверка наличия нужного гена. Селекция трансгенных клеток.	Отчёт.

Календарный учебно-тематический план (10 класс).

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятий	Форма контроля
1	сентябрь	11.09	17.00-19.35	Лекция	2	Основные понятия и законы генетике	Опрос в конце занятия
2	сентябрь	18.09	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Взаимодействие генов и генетика пола	Опрос в конце занятия
3	октябрь	09.10	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Пластидный и митохондриальный геном растений	Опрос в конце занятия
4	октябрь	30.10	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Ядерный геном. Полиплоидия растений	Опрос в конце занятия
5	ноябрь	08.11	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Природа и механизм мутаций	Опрос в конце занятия
6	ноябрь	13.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Основные методы селекции растений	Опрос в конце занятия. Отчёт
7				Лекция, Лабораторная работа	2	Биологические механизмы селекции	Опрос в конце занятия. Отчёт.
8				Лекция Лабораторная работа	2	Направленный мутагенез	Опрос в конце занятия. Отчёт.
9				Лекция Лабораторная работа	2	Ускоренные методы селекции	Опрос в конце занятия. Отчёт.
10				Лекция Лабораторная работа	2	Экологическая биотехнология	Опрос в конце занятия. Отчёт.
11				Лекция Лабораторная работа	2	Сельскохозяйственная биотехнология	Опрос в конце занятия. Отчёт.

12	ноябрь	27.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Энергетическая биотехнология	Опрос в конце занятия. Отчёт.
13	декабрь	04.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Медицинская биотехнология	Опрос в конце занятия. Отчёт.
14	декабрь	11.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	ГМО объекты в сельском хозяйстве	Опрос в конце занятия. Отчёт.
15	декабрь	18.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	ГМО объекты в сельском хозяйстве	Опрос в конце занятия. Отчёт.
16	декабрь	25.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторный практикум	2	Сортоведение, семеноводство и биотехнология растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
17	январь	15.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторный практикум	2	Парасексуальная гибридизация	Опрос в конце занятия. Отчёт.

Календарный учебно-тематический план, линия (11 класс).

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятий	Форма контроля
1	сентябрь	11.09	17.00-19.35	Лекция	2	Геномика растений. Сборки растительных геномов	Опрос в конце занятия
2	сентябрь	18.09	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Методы секвенирования и анализа последовательностей ДНК	Опрос в конце занятия
3	октябрь	09.10	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Картирование чтений, variant calling (поиск замен)	Опрос в конце занятия
4	октябрь	30.10	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Обзор базы данных по геномам	Опрос в конце занятия
5	ноябрь	08.11	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Транскриптомика растений. Транскриптомное секвенирование.	Опрос в конце занятия
6	ноябрь	13.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Обработка результатов секвенирования РНК.	Опрос в конце занятия. Отчёт
7				Лекция, Лабораторная работа	2	Подсчёт уровня экспрессии генов	Опрос в конце занятия. Отчёт.
8				Лекция Лабораторная работа	2	Секвенирование РНК на уровне одиночных клеток	Опрос в конце занятия. Отчёт.
9				Лекция Лабораторная работа	2	Геномное редактирование и дизайн нового поколения трансгенов	Опрос в конце занятия. Отчёт.
10				Лекция Лабораторная работа	2	Системы CRISPR/Cas9 и Talen	Опрос в конце занятия. Отчёт.
11				Лекция Лабораторная работа	2	Этапы геномного редактирования растений на практике.	Опрос в конце занятия. Отчёт.

12	ноябрь	27.11	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Протеомика растений. Количественная протеомика анализ экспрессии.	Опрос в конце занятия. Отчёт.
13	декабрь	04.12	17.00-19.35	Лекция Практическая работа	2	Методы протеомики	Опрос в конце занятия. Отчёт.
14	декабрь	11.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Метаболомный анализ растений	Опрос в конце занятия. Отчёт.
15	декабрь	18.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторная работа	2	Программное обеспечение для обработки результатов ГХ-МС и ВЭЖХ-МС/МС.	Опрос в конце занятия. Отчёт.
16	декабрь	25.12	17.00-19.35	Лекция Лабораторный практикум	2	Гликоинформатика растений. Углеводные базы данных.	Опрос в конце занятия. Отчёт.
17	январь	15.01	17.00-19.35	Лекция Лабораторный практикум	2	Базы данных активностей гликозилтрансфераз в исследованиях углеводов	Опрос в конце занятия. Отчёт.