Элективный курс «Современные агробиотехнологии» 10-11 класс

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность и назначение программы

Рабочая программа курса внеурочной деятельности «Современные агробиотехнологии (агробиотехнологический профиль)» для среднего общего образования (далее – программа) разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (ФГОС СОО), ориентирована на обеспечение индивидуальных потребностей обучающихся и направлена на достижение планируемых результатов освоения программы среднего общего образования с учетом выбора участниками образовательных отношений курсов внеурочной деятельности. Это позволяет обеспечить единство обязательных требований ФГОС СОО во всем пространстве школьного образования: не только на уроке, но и за его пределами.

Настоящий курс предназначен для углубленного изучения биологических явлений и закономерностей, расширения базовых знаний, развития практических умений и навыков в современной биологии.

Актуальность реализации программы

Программой предусмотрено формирование современного теоретического уровня знаний, а также практического опыта работы с лабораторным оборудованием, овладение приемами исследовательской деятельности. Методы организации образовательной и научно-исследовательской деятельности предусматривают формирование у обучающихся нестандартного творческого мышления, свободы самовыражения и индивидуальности суждений.

Для полного учета потребностей обучающихся в программе используется дифференцированный подход, что стимулирует обучающегося к увеличению потребности в индивидуальной, интеллектуальной и познавательной деятельности и развитию научно-исследовательских навыков. Программа станет востребованной в первую очередь обучающимися, которые имеют стойкий интерес и соответствующую мотивацию к изучению предметов естественно-научного цикла, естественных наук и технологий.

В настоящее время биологическое образование должно обеспечить выпускникам высокую биологическую, экологическую и природоохранительную грамотность.

Знания в области основных биологических законов, теорий и идей формируют нравственные нормы и принципы отношения к живой природе. В качестве ценностных ориентиров биологического образования выступают объекты, изучаемые в курсе биологии, к которым у учащихся формируется ценностное отношение. При этом ведущую роль играют познавательные ценности, так как данный учебный предмет входит в группу предметов познавательного цикла, главная цель которых заключается в изучении современных способов решения глобальных проблем современности. Программа преследует не только образовательные, но и воспитательные цели, поскольку она способствует формированию экологического и биотехнологичного мышления у подрастающего поколения.

Варианты реализации программы и формы проведения занятий

Реализация программы предполагает использование форм работы, которые предусматривают активность и самостоятельность обучающихся, сочетание индивидуальной и групповой работы, проектную и исследовательскую деятельность. Таким образом, вовлеченность обучающихся в данную внеурочную деятельность позволит обеспечить их самоопределение, расширить зоны поиска своих интересов в различных сферах естественно-научных знаний, переосмыслить свои связи с окружающими, свое место среди других людей. В целом реализация программы вносит вклад в нравственное и социальное формирование личности.

Программа может быть реализована в работе с обучающимися 10 и 11 классов.

Программа курса рассчитана на 68 часов, в рамках которых предусмотрены такие формы работы, как беседы, дискуссии, мастер-классы, экскурсии на производство, анализ кейсов, встречи с представителями разных профессий, профессиональные пробы, коммуникативные и деловые игры, консультации педагога и психолога.

Программа может быть реализована в течение одного учебного года с обучающимися 10 и 11 классов, если занятия проводятся 2 раза в неделю. Или в течение двух лет, если занятия проводятся 1 раз в неделю для классов биологического или биотехнологического направлений.

Взаимосвязь с федеральной рабочей программой воспитания

Программа курса внеурочной деятельности разработана с учетом рекомендаций федеральной рабочей программы воспитания, учитывает психолого- педагогические особенности данных возрастных категорий. Это позволяет на практике соединить обучающую и воспитательную деятельность педагога, ориентировать ее не только на интеллектуальное, но и на нравственное, социальное развитие ребенка. Это проявляется в:

* воспитании осознанной экологически правильной мотивации в поведении и деятельности через формирование системы убеждений, основанных на конкретных знаниях;
* становлении личности обучающихся как целостной, находящейся в гармонии с окружающим миром, способной к решению экологических проблем;
* приоритете личностных результатов реализации программы внеурочной деятельности, нашедших свое отражение и конкретизацию в федеральной рабочей программы воспитания.

Особенности работы педагога по программе

Задача педагога состоит в том, чтобы сопровождать процесс профессиональной ориентации обучающихся, раскрывая потенциал обучающихся через вовлечение в многообразную деятельность, организованную в разных формах.

При этом результатом работы педагога в первую очередь является личностное развитие ребенка. Личностных результатов педагог может достичь, увлекая ребенка совместной и интересной им обоим деятельностью, устанавливая во время занятий доброжелательную, поддерживающую атмосферу, насыщая занятия ценностным содержанием. Кроме того, программа предусматривает организацию экскурсий, просмотр фильмов и записей ТВ-программ.

При изучении обучающимися программы педагог основывается на нескольких основополагающих принципах обучения:

* принцип интегративного подхода к обучению. Этот принцип имеет первостепенное значение, так как усвоение получаемых знаний по биотехнологии предполагает тесную взаимосвязь разных уровней. Первый уровень – межпредметный – предполагает взаимосвязь биологии с курсом по химии. Второй уровень – предметный – обусловлен взаимопроникновением разных биологических курсов (ботаники, зоологии, физиологии и других) в процессе

становления и изучения биотехнологии. Кроме того, логика освоения материала программы предполагает движение от общего к частному и, на новом уровне, возвращение от частного к общему.

* принцип наглядности;
* принцип доступности;
* принцип осознанности.

Примерная схема проведения занятий по программе может быть такой:

1. Объяснение теоретического материала по теме.
2. Подготовка к лабораторному или практическому занятию, обсуждение объектов для практического занятия.
3. Проведение практического занятия – основная задача освоение методологии данного эксперимента.
4. Анализ результатов эксперимента.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Занятия в рамках программы направлены на обеспечение достижения обучающимися следующих личностных, метапредметных и предметных образовательных результатов.

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

*в сфере гражданского воспитания:*

* готовность к совместной творческой деятельности при выполнении биологических экспериментов;
* способность определять собственную позицию по отношению к явлениям современной жизни и объяснять ее;
* готовность к сотрудничеству в процессе совместного выполнения учебных, познавательных и исследовательских задач, уважительному отношения к мнению оппонентов при обсуждении спорных вопросов биологического содержания;

*в сфере патриотического воспитания:*

* ценностное отношение к природному наследию и памятникам природы, достижениям России в науке;
* способность оценивать вклад российских ученых в становление и развитие биологии, понимание значения биологии в познании законов природы, в жизни человека и современного общества;

*в сфере духовно-нравственного воспитания:*

* способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности;
* осознание личного вклада в построение устойчивого будущего;

*в сфере эстетического воспитания:*

* понимание эмоционального воздействия живой природы и ее ценность;

*в сфере физического воспитания:*

* понимание ценности здорового и безопасного образа жизни;
* осознание последствий и неприятие вредных привычек (употребление алкоголя, наркотиков, курения);

*в сфере трудового воспитания:*

* готовность к активной деятельности биологической и экологической направленности, способность инициировать, планировать и самостоятельно выполнять такую деятельность;
* интерес к практическому изучению профессий, связанных с биологией;
* готовность и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;

*в сфере экологического воспитания:*

* экологически целесообразное отношение к природе как источнику жизни на Земле, основе ее существования;
* повышение уровня экологической культуры: приобретение опыта планирования поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды;
* способность использовать приобретаемые при изучении биологии знания и умения при решении проблем, связанных с рациональным природопользованием (соблюдение правил поведения в природе, направленных на сохранение равновесия в экосистемах, охрану видов, экосистем, биосферы);
* активное неприятие действий, приносящих вред окружающей природной среде, умение прогнозировать неблагоприятные экологические последствия предпринимаемых действий и предотвращать их;

*в сфере научного познания:*

* понимание специфики биологии как науки, осознание ее роли в формировании рационального научного мышления, создание целостного представления об окружающем мире как о единстве природы, человека и общества, в познании природных закономерностей и решении проблем сохранения природного равновесия;
* убежденность в значимости биологии для современной цивилизации: обеспечение нового уровня развития медицины; создание перспективных биотехнологий, способных решать ресурсные проблемы развития человечества; поиск путей выхода из глобальных экологических проблем и обеспечение перехода к устойчивому развитию, рациональному использованию природных ресурсов и формированию новых стандартов жизни;
* заинтересованность в получении биологических знаний в целях повышения общей культуры, естественно-научной грамотности как составной части функциональной грамотности обучающихся, формируемой при изучении биологии;
* понимание сущности методов познания, используемых в естественных

науках, способность использовать получаемые знания для анализа и объяснения явлений окружающего мира и происходящих в нем изменений; умение делать обоснованные заключения на основе научных фактов и имеющихся данных с целью получения достоверных выводов;

* способность самостоятельно использовать биологические знания для решения проблем в реальных жизненных ситуациях;
* осознание ценности научной деятельности, готовность осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе;
* готовность и способность к непрерывному образованию и самообразованию, к активному получению новых знаний по биологии в соответствии с жизненными потребностями.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

в сфере овладения универсальными учебными познавательными действиями:

*базовые логические действия:*

* самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне;
* использовать при освоении знаний приемы логического мышления (анализа, синтеза, сравнения, классификации, обобщения), раскрывать смысл биологических понятий (выделять их характерные признаки, устанавливать связи с другими понятиями);
* определять цели деятельности, задавая параметры и критерии их достижения, соотносить результаты деятельности с поставленными целями;
* использовать биологические понятия для объяснения фактов и явлений живой природы;
* строить логические рассуждения (индуктивные, дедуктивные, по аналогии), выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях, формулировать выводы и заключения;
* применять схемно-модельные средства для представления существенных связей и отношений в изучаемых биологических объектах, а также противоречий разного рода, выявленных в различных информационных источниках;

*базовые исследовательские действия:*

* владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;
* использовать различные виды деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в учебных ситуациях, в том числе при создании учебных и социальных проектов;
* формировать научный тип мышления, владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами;
* ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;

*работа с информацией:*

* ориентироваться в различных источниках информации (тексте учебного пособия, научно-популярной литературе, биологических словарях и справочниках, компьютерных базах данных, в Интернете), анализировать информацию различных видов и форм представления, критически оценивать ее достоверность и непротиворечивость;
* формулировать запросы и применять различные методы при поиске и отборе биологической информации, необходимой для выполнения учебных задач;
* самостоятельно выбирать оптимальную форму представления биологической информации (схемы, графики, диаграммы, таблицы, рисунки и др.);
* использовать научный язык в качестве средства при работе с биологической информацией: применять химические, физические и математические знаки и символы, формулы, аббревиатуру, номенклатуру, использовать и преобразовывать знаково-символические средства наглядности;

в сфере овладения универсальными коммуникативными действиями:

*общение:*

* осуществлять коммуникации во всех сферах жизни; активно участвовать в диалоге или дискуссии по существу обсуждаемой темы (умение задавать вопросы, высказывать суждения относительно выполнения предлагаемой задачи, учитывать интересы и согласованность позиций других участников диалога или дискуссии);
* развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств;

*совместная деятельность:*

* выбирать тематику и методы совместных действий с учетом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива;
* принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;
* предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;
* осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным;

в сфере овладения универсальными регулятивными действиями:

*самоорганизация:*

* использовать биологические знания для выявления проблем и их решения в жизненных и учебных ситуациях;
* выбирать на основе биологических знаний целевые и смысловые установки в своих действиях и поступках по отношению к живой природе, своему здоровью и здоровью окружающих;
* расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений;
* делать осознанный выбор, аргументировать его, брать ответственность за решение;

*самоконтроль:*

* давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;
* принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;

*эмоциональный интеллект, предполагающий сформированность:*

* саморегулирования, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за свое поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость;
* внутренней мотивации, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей;

*принятие себя и других:*

* принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;
* признавать свое право и право других на ошибки.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

* умение владеть системой биологических знаний, которая включает основополагающие биологические термины и понятия (жизнь, клетка, ткань, орган, организм, вид, популяция, биосинтез белка, наследственность, изменчивость, рост и развитие и др.);
* владение системой знаний об основных методах научного познания, используемых в биологических исследованиях живых объектов и экосистем (описание, измерение, проведение наблюдений); способами выявления и оценки антропогенных изменений в природе;
* умение устанавливать взаимосвязи между строением и функциями: клеток

разных тканей; органами и системами органов у растений; этапами клеточного цикла и жизненных циклов организмов; генотипом и фенотипом;

* умение решать поисковые биологические задачи; выявлять причинно- следственные связи между исследуемыми биологическими объектами, процессами и явлениями; делать выводы и прогнозы на основании полученных результатов;
* умение выдвигать гипотезы, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования; анализировать полученные результаты и делать выводы;
* умение оценивать этические аспекты современных исследований в области биотехнологии и генетических технологий (направленное изменение генома и создание трансгенных организмов);
* умение мотивировать свой выбор будущей профессиональной деятельности в области биологии, медицины, биотехнологии, сельского хозяйства; углублять познавательный интерес, направленный на осознанный выбор соответствующей профессии и продолжение биологического образования в организациях среднего профессионального и высшего образования.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Модуль «Агротехнологии настоящего и будущего». 10 класс (34 ч)**

1. Биотехнология как наука (4 ч)

История возникновения науки, основные разделы, связь биотехнологии с другими науками (биологией, ботаникой, зоологией, микробиологией, биохимией, физиологией, генетикой, медициной) и отраслями промышленности (пищевая, легкая), сельского хозяйства (животноводство, растениеводство) и здравоохранением, известные вузы и НИИ, связанные с биотехнологией:

* + Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» (ФИЦ Биотехнологии РАН)1;
	+ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии» (ФГБНУ ВНИИСБ)2;

* + Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ФГБНУ ФИЦ ВИР)3;

* + Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии» (ФГБНУ ВНИИСХМ)4;

* + Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ФГБНУ ИЦиГ СО РАН)5;

1 Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр

«Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» (ФИЦ Биотехнологии РАН): официальный сайт. – URL: http:/[www.](http://www/)[fbras.ru](http://www.fbras.ru/)

2 Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно- исследовательский институт сельско-хозяйственной биотехнологии» (ФГБНУ ВНИИСБ): официальный сайт. – URL: http:/[www.](http://www/)[vniisb.ru](http://www.vniisb.ru/)

3Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ФГБНУ ФИЦ ВИР): официальный сайт. – URL: http:/[www.](http://www/)[vir.nw.ru](http://www.vir.nw.ru/)

4 Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно- исследовательский институт сельско-хозяйственной микробиологии» (ФГБНУ ВНИИСХМ): официальный сайт. – URL: http:/[www.](http://www/)[arriam.ru](http://www.arriam.ru/)

5 Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (ФГБНУ ИЦиГ СО РАН): официальный сайт. – URL: http:/www[.bionet.nsc.ru](http://www.bionet.nsc.ru/)

* + Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт) национальный исследовательский центр» (ФГАОУ ВО МФТИ)1;
	+ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (ФГБОУ ВО МГУ)2;
	+ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (ФГБОУ ВО СПбГУ)3;
	+ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (ФГАОУ ВО НГУ)4;
	+ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)5;
	+ Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования «Научно-технологический университет «Сириус» (НТУ «Сириус»)6.

Современные направления развития агробиотехнологий. Методы биотехнологии в науке и практике. Демонстрация видеороликов7.

1 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт) национальный исследовательский центр» (ФГАОУ ВО МФТИ): официальный сайт. – URL: http:/[www.](http://www/)[mipt.ru](http://www.mipt.ru/)

2 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»: официальный сайт. – URL: http:/[www.](http://www/) [msu.ru](https://www.msu.ru/)

3 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

образования «Санкт-Петербургский государственный университет» (ФГБОУ ВО СПбГУ): официальный сайт. – URL: http:/[www.](http://www/)[spbu.ru](http://spbu.ru/)

4 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего

образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (ФГАОУ ВО НГУ): официальный сайт. – URL: http:/[www.](http://www/)[nsu.ru/n](https://www.nsu.ru/n)

5 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева): официальный сайт. – URL: http:/[www.](http://www/)[timacad.ru/](https://www.timacad.ru/)

6 Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования

«Научно-технологический университет «Сириус» (НТУ «Сириус»): официальный сайт. – URL: http:/[www.](http://www/)[siriusuniversity.ru/](https://siriusuniversity.ru/)

7 См. приложение.

*Лабораторные и практические работы*

Исследовательская работа «Создание биологически активных добавок и витаминов».

Исследовательская работа «Выведение новых сортов растений, пород животных с заданными свойствами».

Исследовательская работа «Создание бактерий, способных перерабатывать нефть и устранять последствия ее разливов: плюсы и минусы».

Экскурсия («Биотехнология: наука и жизнь») в вуз или НИИ.

1. Общие понятия биотехнологии (2 ч)

Понятие биотехнологии. Зачем человеку биотехнологии, в чем их преимущество перед химическим синтезом. Основные объекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных.

*Лабораторные и практические работы*

Практическая работа «Примеры применения биологических объектов в твоей жизни».

1. Особенности агробиотехнологии (4 ч)

Цели и задачи агробиотехнологии. Основные объекты агробиотехнологии. Биотехнологические подходы для надежного сохранения коллекций генетических ресурсов растений и животных. Понятия о полевых, *in vitro* и криоколлекциях. Рост и развитие живого объекта в замкнутой системе в контролируемых условиях: как это возможно.

Основные помещения для полноценной работы лаборатории биотехнологии (ламинарная комната, световая, автоклавная комнаты, помещение для приготовления питательных сред, моечная): их функционал и особенности.

Основные приборы для организации лаборатории биотехнологии, их функции и возможности (автоклав, сухожаровой шкаф, дистиллятор, рН-метр, весы, ламинар-бокс, стерилизатор инструментов, световая установка, климатическая камера, УФ-ионизатор, холодильники для хранения питательных сред и др.). Инструменты для применения методов биотехнологии растений (препаровальная игла, скальпель, пинцет, ножницы). Основы техники безопасности при работе с приборами. Основные приборы для организации лаборатории биотехнологии: автоклав, сухожаровой шкаф, дистиллятор, рН-метр, весы, ламинар-бокс, стерилизатор инструментов, световая установка,

климатическая камера, УФ-ионизатор, холодильники для хранения питательных сред и др. Инструменты для применения методов биотехнологии растений: препаровальная игла, скальпель, пинцет, ножницы.

*Лабораторные и практические работы*

Практическая работа «Культурное растение в культуральном сосуде: опиши растение в пробирке».

Исследовательская работа «Рост черенков растений в воде с разным уровнем

рН».

1. Культура клеток и тканей (8 ч)

Методы культуры клеток и тканей в селекции. Каллусная культура. Культура клеток и агрегатов клеток. Культура протопластов. Получение соматических гибридов методом слияния изолированных протопластов.

Клеточная селекция. Использование гаплоидии в селекции.

Примеры применения культур клеток и тканей в научных исследованиях и в практике различных НИИ: знакомство с литературой – научными публикациями по разным объектам (микробы, растения, животные).

Характеристика клеток, культивируемых *in vitro*. Морфогенетические пути развития клетки *in vitro.*

Известные коллекции биотехнологических объектов – их роль, задачи, состав, примеры (*in vitro* коллекции растений, коллекции штаммов микроорганизмов. Семинар по прочитанной литературе, доклады обучающихся).

Биотехнология производства культуры клеток, тканей и органов растений.

*Лабораторные и практические работы*

Практическая работа «Протопласты клеток».

Исследовательская работа «Существующие коллекции клеток и штаммов в России и их роль в развитии генетических технологий».

Исследовательская работа «Г.Д. Карпеченко как генетик-экспериментатор и биотехнолог».

1. Питательные среды для агробиотехнологий (2 ч)

Макро- и микроэлементы, источники углеводов, витамины, желирующие агенты. Типы питательных сред – жидкие и твердые.

Питательные среды для биотехнологии растений. Разработка новых питательных сред, в том числе включающих биостимуляторы и другие регуляторы

роста. Методы оптимизации питательных сред. Основные компоненты питательных сред (макроэлементы, микроэлементы, источники углерода, витамины, желирующие агенты, регуляторы роста). Уровень рН питательной среды и его влияние на развитие растений. Весы, рН-метр.

*Лабораторные и практические работы*

Лабораторная работа «Питательные среды и условия культивирования, культуры растительных клеток и тканей».

Практическая работа «Приготовление стоковых (маточных) растворов макро- и микроэлементов питательной среды по прописи Мурасиге и Скуга».

Практическая работа «Приготовление питательных сред для введения в культуру *in vitro*».

1. Регуляторы роста как факторы успеха биотехнологии растений (4 ч)

Рост и развитие растений. Остальные этапы онтогенеза. Общие закономерности роста растений.

Основные классы фитогормонов (ауксины, цитокинины, гиббереллины, АБК, этилен и др.) и их функции на разных этапах развития растения.

Известные генетические механизмы, контролирующие рост и развитие растений.

Эндогенные и экзогенные регуляторы роста растений в пробирке.

*Лабораторные и практические работы*

Лабораторная работа «Фенотипическая оценка роста и развития растений в зависимости от наличия фитогормонов в питательной среде».

1. Биотехнология растений (10 ч)

Возможности применения агробиотехнологий в селекции, семеноводстве и питомниководстве.

Болезни и иммунитет растений: от Н.И. Вавилова до современности.

Ускоренная и традиционная селекция: сокращаем сроки получения новых сортов. Основные методы селекции. Гибридизация. Формы отбора. Основные направления селекции: улучшение урожайности, устойчивости к биотическим и абиотическим факторам.

Оздоровление растений от вирусов с помощью методов биотехнологии: методы культуры апикальных меристем, термотерапии, хемотерапии, криотерапии

и комплексной терапии. Получение оздоровленного посадочного материала – клубней картофеля и саженцев плодовых культур.

Культивирование растительного материала в культуре *in vitro*: основные принципы и модели культивирования. Каллусогенез, суспензионные культуры растений. Микроразмножение растений. Экономический эффект от внедрения методов биотехнологии в растениеводство.

Криохранение растений. Криопротекторы. Посткриогенная регенерация.

Биологические средства защиты растений: преимущества и перспективы применения. Термос и сосуд Дьюара с жидким азотом, криопробирки.

*Лабораторные и практические работы*

Практическая работа «Размножение плодовых растений черенкованием и микроразмножением – пример малины (или земляники, ежевики, смородины)».

Практическая работа «Введение растений в культуру *in vitro* и поддержание чистой культуры эксплантов».

Практическая работа «Размножение картофеля в пробирке».

Исследовательская работа «Как получают потомство вегетативно размножаемых культур если не семенами?»

Исследовательская работа «Выращивание растений в пробирке». Исследовательская работа «Как божья коровка урожай спасала –

о современных способах биологической защиты растений».

Модуль «Современные биотехнологии в селекции». 11 класс (34 ч)

1. Генетические ресурсы России (6 ч)

Стратегии сохранения генетических ресурсов. Сохранение растений *in situ* и

*ex situ*.

Биоресурсные коллекции России. Коллекция генетических ресурсов растений ВИР. Гербарий БИН. Коллекция генетических ресурсов животных ВНИИГРЖ. Коллекции клеток и штаммов ВНИИСХМ. Демонстрация видеороликов1.

*Лабораторные и практические работы*

Исследовательская работа «По материалам форума «Генетические ресурсы России» (выбрать любой доклад и подготовить по нему сообщение).

1 См. приложение.

1. Основы генетики и селекции (8 ч)

Наследственность и изменчивость – основные свойства живых организмов.

Изменчивость мутационная и модификационная.

Ген – материальный носитель наследственности и изменчивости. Нуклеиновые кислоты. Локализация генетического материала в клетке. Деление клеток. Репликация ДНК. Основная догма молекулярной биологии. Транскрипция. Трансляция. Мутации.

Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова в 1920 и 2020 гг. Демонстрация видеороликов1.

*Лабораторные и практические работы*

Практическая работа «Модификационная изменчивость в природе» (собрать и сравнить листья, цветки с одного растения и/или с разных).

Исследовательская работа «ГМО – это мутации или модификации?»

1. Инженерия в биологии растений (15 ч)

Клеточная и генная инженерия растений для развития селекции. Природно-трансгенные растения.

Растения-биофабрики.

Биотехнологические методы в селекции растений.

Генетическое редактирование культурных растений. Чем генетическое редактирование отличается от генетической модификации.

Поиск новых генов-мишеней: существующие методики. Проведение *in silico*

анализа.

Генная инженерия зерновых культур. Генная инженерия хлопчатника. Генная инженерия томата. Генная инженерия сои. Генная инженерия плодовых культур. Генная инженерия картофеля. Демонстрация видеороликов2.

*Лабораторные и практические работы*

Практическая работа «Проведение *in silico* анализа для поиска новых генов- мишеней для редактирования культурного растения (на выбор)».

1. Инженерия в биологии животных (5 ч)

Современные методы в животноводстве: трансплантация эмбрионов, химерные животные, клонирование.

1 См. приложение.

2 См. приложение.

Генная инженерия в животноводстве.

*Лабораторные и практические работы*

Практическая работа «Проведение *in silico* анализа для поиска новых генов- мишеней для редактирования животного» (на выбор).

Исследовательская работа «Генная инженерия животных: аргументы за и против».

# ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
| **Модуль «Агротехнологии настоящего и будущего». 10 класс** |
| 1. Биотехнология как наука | 4 | История возникновения науки, | Раскрывать содержание терминов и |
|  |  | основные разделы, связь | понятий: наука, биотехнология, |
|  |  | биотехнологии с другими науками | агробиотехнологии. |
|  |  | (биологией, ботаникой, зоологией, | Описывать процесс выполнения |
|  |  | микробиологией, биохимией, | исследований и прогнозировать |
|  |  | физиологией, генетикой, | результаты экспериментов. |
|  |  | медициной) и отраслями | Характеризовать основные научные |
|  |  | промышленности (пищевая, легкая), | школы в области биотехнологии. |
|  |  | сельского хозяйства | Различать разделы биотехнологии |
|  |  | (животноводство, растениеводство) | как науки. |
|  |  | и здравоохранением, известные | Сравнивать связь биотехнологии |
|  |  | вузы и НИИ, связанные | с различными отраслями науки и |
|  |  | с биотехнологией: | промышленности. |
|  |  | ФИЦ Биотехнологии РАН, | Выявлять различия между |
|  |  | ФГБНУ ВНИИСБ, | разделами биотехнологии. |
|  |  | ФГБНУ ФИЦ ВИР, | Формулировать и объяснять |
|  |  | ФГБНУ ВНИИСХМ, | принцип развития науки |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
|  |  | ФГБНУ ИЦиГ СО РАН, ФГАОУ ВО МФТИ, ФГБОУ ВО МГУ, ФГБОУ ВО СПбГУ, ФГАОУ ВО НГУ,ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имениК.А. Тимирязева.Современные направления развития агробиотехнологий. Методы биотехнологии в науке и практике | биотехнологии. Выполнение предложенных исследовательских работ:«Создание биологически активных добавок и витаминов», «Выведение новых сортов растений, пород животных с заданными свойствами», «Создание бактерий, способных перерабатывать нефть и устранять последствия ее разливов: плюсы и минусы».Экскурсия «Биотехнология: наука ижизнь» в вуз или НИИ |
| 2. Общие понятия биотехнологии | 2 | Понятие биотехнологии. Зачем человеку биотехнологии, в чём их преимущество перед химическим синтезом. Основные объекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных.Практическая работа «Примеры | Раскрывать содержание терминов и понятий: объекты биотехнологии, клетки и ткани растений, животных, микроорганизмы.Описывать процесс биотехнологического производства. Характеризовать различныеобъекты биотехнологий. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
|  |  | применения биологических объектов в твоей жизни» | Различать промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных как биотехнологические объекты.Сравнивать между собой процессы химического синтеза и биотехнологии.Выявлять наиболее эффективные объекты биотехнологии.Характеризовать особенности строения и функции различных биологических объектов.Формулировать и объяснять принцип работы биотехнологического производства выбранной группы веществ/материалов |
| 3. Особенности агробиотехнологии | 4 | Цели и задачи агробиотехнологии. Основные объекты агробиотехнологии.Биотехнологические подходы | Раскрывать содержание терминов и понятий: сохранение растений и животных, виды коллекцийгенетического разнообразия. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
|  |  | для надежного сохранения коллекций генетических ресурсов растений и животных. Понятияо полевых, *in vitro* и криоколлекциях. Рост и развитие живого объекта в замкнутой системе в контролируемых условиях: как это возможно.Основные помещения для полноценной работылаборатории биотехнологии (ламинарная комната, световая, автоклавная комнаты, помещение для приготовления питательных сред, моечная): их функционал и особенности.Основные приборыдля организации лаборатории биотехнологии, их функции и возможности (автоклав,сухожаровой шкаф, дистиллятор, | Описывать процесс сохранения и размножения растенийв контролируемых условиях среды. Характеризовать фазы роста и развития растений в замкнутой системе.Различать преимущества и недостатки различных типов коллекций.Сравнивать этапы работыв лаборатории биотехнологии. Выявлять наиболее эффективные приёмы для сохранения образцов растений и животных.Характеризовать особенности строения и функции образцов растений.Формулировать и объяснять принцип криоконсервации растений |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
|  |  | рН-метр, весы, ламинар-бокс, стерилизатор инструментов, световая установка, климатическая камера, УФ-ионизатор, холодильники для хранения питательных сред и др.).Инструменты для применения методов биотехнологии растений (препаровальная игла, скальпель, пинцет, ножницы). Основы техники безопасности при работес приборами. Основные приборы для организации лаборатории биотехнологии: автоклав, сухожаровой шкаф, дистиллятор, рН-метр, весы, ламинар-бокс, стерилизатор инструментов, световая установка, климатическая камера, УФ-ионизатор, холодильники для храненияпитательных сред и др. |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
|  |  | Инструменты для применения методов биотехнологии растений: препаровальная игла, скальпель, пинцет, ножницы.Практическая работа «Культурное растение в культуральном сосуде: опиши растение в пробирке».Исследовательская работа «Рост черенков растений в воде с разнымуровнем рН» |  |
| 4. Культура клеток и тканей | 8 | Методы культуры клеток и тканей в селекции. Каллусная культура.Культура клеток и агрегатов клеток. Культура протопластов. Получение соматических гибридов методом слияния изолированных протопластов.Клеточная селекция. Использование гаплоидии в селекции.Примеры применения культурклеток и тканей в научных | Раскрывать содержание терминов и понятий: каллус, протопласт, соматический гибрид, гаплоид, штамм.Описывать процесс культивирования клеток и тканей растений и животных.Характеризовать разные этапы культивирования клеток и тканей растений и животных.Выявлять наиболее эффективные |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
|  |  | исследованиях и в практике различных НИИ: знакомство с литературой – научнымипубликациями по разным объектам (микробы, растения, животные).Характеристика клеток, культивируемых *in vitro*. Морфогенетические пути развития клетки *in vitro*.Известные коллекции биотехнологических объектов – их роль, задачи, состав, примеры (*in vitro* коллекции растений, коллекции штаммов микроорганизмов. Семинарпо прочитанной литературе, доклады обучающихся).Биотехнология производства культуры клеток, тканей и органоврастений. | методы культивирования клеток и тканей растений, животных, микроорганизмов.Характеризовать особенности строения и функции клеток и тканей растений, животных, микроорганизмов.Формулировать и объяснять принцип выживаемости, роста и развития культивируемых клеток и тканей |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
|  |  | Практическая работа «Протопласты клеток».Исследовательская работа«Существующие коллекции клеток и штаммов в России и их рольв развитии генетических технологий».Исследовательская работа«Г.Д. Карпеченко как генетик- экспериментатор и биотехнолог» |  |
| 5. Питательные среды для агробиотехнологий | 2 | Макро- и микроэлементы, источники углеводов, витамины, желирующие агенты. Типы питательных сред – жидкие и твердые.Питательные средыдля биотехнологии растений. Разработка новых питательных сред, в том числе включающих биостимуляторы и другиерегуляторы роста. Методы | Раскрывать содержание терминов и понятий: питательная среда, компоненты питательной среды, рН раствора.Описывать процесс приготовления питательных сред для разных объектов.Характеризовать процесс приготовления питательных сред в зависимости от выбранногообъекта исследования. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
|  |  | оптимизации питательных сред. Основные компоненты питательных сред (макроэлементы, микроэлементы, источники углерода, витамины, желирующие агенты, регуляторы роста).Уровень рН питательной среды и его влияние на развитие растений. Весы, рН-метр.Лабораторная работа «Питательные среды и условия культивирования, культуры растительных клеток и тканей».Практическая работа«Приготовление стоковых (маточных) растворов макро- и микроэлементов питательной среды по прописи Мурасиге и Скуга».Практическая работа«Приготовление питательных сред для введения в культуру *in vitro*» | Различать типы питательных сред в зависимости от задачи культивирования.Сравнивать растворимость веществ во время приготовления питательных сред. Сравнивать типы питательных сред в зависимостиот их состава.Выявлять наиболее важные компоненты питательной среды и прогнозировать эффект от нехватки каждого из компонентов.Характеризовать функции компонентов питательных сред. Формулировать и объяснять принцип культивирования растений на питательных средах различного состава |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
| 6. Регуляторы роста как факторы успеха биотехнологии растений | 4 | Рост и развитие растений. Остальные этапы онтогенеза. Общие закономерности роста растений.Основные классы фитогормонов (ауксины, цитокинины, гиббереллины, АБК, этилен и др.) и их функции на разных этапах развития растения.Известные генетические механизмы, контролирующие рост и развитие растений.Эндогенные и экзогенные регуляторы роста растений в пробирке.Лабораторная работа«Фенотипическая оценка ростаи развития растений в зависимости от наличия фитогормоновв питательной среде» | Раскрывать содержание терминов и понятий: фитогормоны, регуляторы роста растений.Описывать процесс роста и развития растений.Характеризовать процесс ростаи развития растений в зависимости от генотипа и окружающих условий.Различать функции регуляторов роста.Сравнивать функции регуляторов роста.Выявлять функции регуляторов роста по предложенным эффектам. Характеризовать особенности строения и функции различных фитогормонов.Формулировать и объяснятьпринцип воздействия фитогормонов на рост и развитие растений |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
| 7. Биотехнология растений | 10 | Возможности применения агробиотехнологий в селекции, семеноводстве и питомниководстве. Болезни и иммунитет растений:от Н.И. Вавилова до современности. Ускоренная и традиционная селекция: сокращаем сроки получения новых сортов. Основные методы селекции. Гибридизация.Формы отбора. Основные направления селекции: улучшение урожайности, устойчивостик биотическим и абиотическим факторам.Оздоровление растений от вирусов с помощью методов биотехнологии: методы культуры апикальных меристем, термотерапии, хемотерапии, криотерапии и комплексной терапии. Получениеоздоровленного посадочного | Раскрывать содержание терминов и понятий: селекция, семеноводство, питомниководство, микроразмножение растений, оздоровление растений.Описывать процесс микроразмножения растений, создания нового исходного материала для селекции, отбора, оздоровления растений и получения оздоровленного посадочного материала.Характеризовать процесс ускоренной и традиционной селекции, микроразмножения, оздоровления растений.Различать методы селекции, способы оздоровления растений. Сравнивать методы селекции, способы оздоровления растений.Выявлять наиболее и наименее |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
|  |  | материала – клубней картофеля и саженцев плодовых культур.Культивирование растительного материала в культуре *in vitro*: основные принципы и модели культивирования. Каллусогенез, суспензионные культуры растений. Микроразмножение растений.Экономический эффект от внедрения методовбиотехнологии в растениеводство. Криохранение растений.Криопротекторы. Посткриогенная регенерация. Биологические средства защиты растений: преимуществаи перспективы применения. Термос и сосуд Дьюара с жидким азотом, криопробирки.Практическая работа «Размножениеплодовых растений черенкованием | эффективные способы получения исходного материаладля селекции; оздоровления растений.Характеризовать особенности и функции методов селекции, способов оздоровления растений. Формулировать и объяснять принцип традиционной и ускоренной селекции, принцип работы того или иного метода оздоровления растений |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
|  |  | и микроразмножением – пример малины (или земляники, ежевики, смородины)».Практическая работа «Введение растений в культуру *in vitro* и поддержание чистой культуры эксплантов».Практическая работа «Размножение картофеля в пробирке».Исследовательская работа «Как получают потомство вегетативно размножаемых культур еслине семенами?» Исследовательская работа«Выращивание растений в пробирке».Исследовательская работа «Как божья коровка урожай спасала – о современных способахбиологической защиты растений» |  |
| ИТОГО ПО МОДУЛЮ | 34 |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
| **Модуль «Современные биотехнологии в селекции». 11 класс (34 ч)** |
| 1. Генетические ресурсы России | 6 | Стратегии сохранения генетических ресурсов. Сохранение растений*in situ* и *ex situ*.Биоресурсные коллекции России. Коллекция генетических ресурсов растений ВИР. Гербарий БИН. Коллекция генетических ресурсов животных ВНИИГРЖ. Коллекции клеток и штаммов ВНИИСХМ. Исследовательская работа«По материалам форума«Генетические ресурсы России» | Раскрывать содержание терминов и понятий: сохранение растений *in situ* и *ex situ*.Описывать процесс сохранения растений в условиях *in situ* и *ex situ*. Характеризовать способы сохранения растений в условиях*in situ* и *ex situ*.Различать способы сохранения растений в условиях *in situ* и *ex situ*. Сравнивать особенности сохранения растений в условиях*in situ* и *ex situ*.Выявлять наиболее эффективный приём для сохранения конкретного образца растений.Характеризовать особенности и функции.Формулировать и объяснять |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
|  |  |  | принцип *in situ* и *ex situ* сохранениягенетических ресурсов растений |
| 2. Основы генетики и селекции | 8 | Наследственность и изменчивость – основные свойства живых организмов. Изменчивость мутационная и модификационная.Ген – материальный носитель наследственности и изменчивости. Нуклеиновые кислоты.Локализация генетического материала в клетке. Деление клеток. Репликация ДНК. Основная догма молекулярной биологии.Транскрипция. Трансляция. Мутации.Закон гомологических рядовв наследственной изменчивости Н.И. Вавилова в 1920 и 2020 гг. Практическая работа«Модификационная изменчивостьв природе» (собрать и сравнить | Раскрывать содержание терминов и понятий: наследственность, изменчивость, ген, ДНК, РНК, белок, закон гомологических рядов в наследственной изменчивости.Описывать проявления модификационной и мутационной изменчивости, строение ДНК и РНК, белков.Характеризовать строение и функции нуклеиновых кислот, белков.Различать типы изменчивости. Сравнивать мутационную и модификационную изменчивость. Выявлять модификации и мутации. Характеризовать особенности и функции ДНК, РНК, белков.Формулировать и объяснять |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
|  |  | листья, цветки с одного растения и/или с разных).Исследовательская работа «ГМО –это мутации или модификации?» | принцип действия закона гомологических рядовв наследственной изменчивости |
| 3. Инженерияв биологии растений | 15 | Клеточная и генная инженерия растений для развития селекции. Природно-трансгенные растения. Растения-биофабрики.Биотехнологические методы в селекции растений.Генетическое редактирование культурных растений. Чем генетическое редактирование отличается от генетической модификации.Поиск новых генов-мишеней: существующие методики.Проведение *in silico* анализа. Генная инженерия зерновых культур. Генная инженерияхлопчатника. Генная инженерия | Раскрывать содержание терминов и понятий: клеточная и генная инженерия растений, генетическое редактирование, ГМО, *in silico* анализ.Описывать процесс клеточной и генной инженерии растений, принципы генетического редактирования, создание ГМО, этапы *in silico* анализа.Характеризовать современные достижения генной и клеточной инженерии разных видов растений, проведение *in silico* анализа.Различать генную и клеточную инженерию.Сравнивать биотехнологические |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
|  |  | томата. Генная инженерия сои. Генная инженерия плодовых культур. Генная инженерия картофеля.Практическая работа «Проведение *in silico* анализа для поиска новых генов-мишеней для редактирования культурного растения (на выбор)» | методы в селекции растений. Выявлять различия между генетическим редактированием и генетической модификацией.Характеризовать особенности и функции.Формулировать и объяснять принцип клеточной и генной инженерии, генетического редактирования и генетическоймодификации |
| 4. Инженерияв биологии животных | 5 | Современные методыв животноводстве: трансплантация эмбрионов, химерные животные, клонирование.Генная инженерия в животноводстве.Практическая работа «Проведение *in silico* анализа для поиска новых генов-мишеней для редактированияживотного» (на выбор). | Раскрывать содержание терминов и понятий.Описывать трансплантацию эмбрионов, химерных животных, клонирование.Характеризовать трансплантацию эмбрионов, химерных животных, клонирование.Различать трансплантациюэмбрионов, химерных животных, |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Темы занятий* | *Количество**часов* | *Основное содержание* | *Виды деятельности обучающихся* |
|  |  | Исследовательская работа «Генная инженерия животных: аргументы за и против» | клонирование.Сравнивать трансплантацию эмбрионов, химерных животных, клонирование.Характеризовать особенности и функции.Формулировать и объяснять принцип генной инженерии, генетического редактирования игенетической модификации |
| ИТОГО ПО МОДУЛЮ | 34 |  |  |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВОЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ | 68 |  |  |

**ПРИЛОЖЕНИЕ. ФИЛЬМЫ И ЗАПИСИ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРОГРАММ**

Модуль «Агротехнологии настоящего и будущего». 10 класс

Тема 1. Биотехнология как наука

Документальный фильм Сергея Брилева «Новый свет. Николай Вавилов». – URL: <https://smotrim.ru/video/2618068>

Документальный фильм «Семена, которые спасут человечество». – URL: <https://smotrim.ru/brand/69345?utm_source=search&utm_campaign=autocomplete>

Модуль «Современные биотехнологии в селекции». 11 класс

Тема 1. Генетические ресурсы России

Документальный фильм «Золотой зеленый запас». 15 апреля 2023. – URL: <https://smotrim.ru/video/2594704>

Тема 2. Основы генетики и селекции

Фильмы из цикла «Матрица науки». Science and plants. Наука и растения.

Зернобобовые. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=nCf9dl1Fpa8>

Тема 3. Инженерия в биологии растений

Фильмы из цикла «Матрица науки». Science and plants. Наука и растения.

Генетическое редактирование. – URL: https://tvspb.ru/programs/releases/107337/