



**Управление образования и спорта администрации Бутурлинского муниципального
округа Нижегородской области**

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

ПРИНЯТО

на заседании педагогического совета
МАОУ Бутурлинской СОШ им.В.И. Казакова
протокол от 29.08.2025 № 1

УТВЕРЖДЕНО

приказом директора
МАОУ Бутурлинской СОШ им. В.И.Казакова
от 29.08.2025 № 311

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

Срок реализации: 7 лет

Возраст обучающихся: с 11 лет

Авторы – составители:

Павловская Светлана Николаевна
педагог дополнительного образования,
Андреева Екатерина Александровна
педагог дополнительного образования,
Тванкова Мария Вячеславовна
педагог дополнительного образования.

р.п. Бутурлино, 2025 г.

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, применении 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 17 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	72	42	30
1	Введение. Предмет биотехнология растений её цели, задачи и методология	2	2	-
2	Основы биотехнологии растений	66	40	26
2.1	Кто такие растения? Растения в биотехнологии.	4	2	2
2.2	Знакомство с биотехнологической лабораторией	8	4	4
2.3	Вещества необходимые растению. Роль гормонов.	12	8	4
2.4	Что такое каллус?	4	2	2
2.5	Растительные ткани – культивирование тканей растений	16	8	8
2.6	Размножение растений. Микроклональное размножение – разновидность вегетативного, микрочеренкованием.	20	12	8
2.7	Зачем нужна адаптация растения из пробирки?	6	4	2
2.8	Подведение итогов, защита проектов.	4	-	4
	6 класс	144	68	76
3.	Растения в пробирке	144	68	76
3.1.	Грибы и бактерии – чем они вредят растению	25	10	15
3.2.	Что такое стерилизация и зачем она нужна	10	5	5
3.3.	Оборудование для стерилизации	10	5	5
3.4.	Лабораторная посуда для биотехнологии растений	10	5	5
3.5.	Методы стерилизации посуды	10	5	5
3.6.	Методы стерилизации семян растений	10	5	5

3.7.	Получение стерильных проростков	25	10	15
3.8.	Подведение итогов, защита проектов.	8	-	8
Базовый уровень				
	7 класс	144	68	76
4.	Современная биотехнология растений	30	16	14
4.1.	Основные этапы развития биотехнологии. Возможности биотехнологии	5	3	2
4.2.	Разделы биотехнологии	5	3	2
4.3.	Объекты биотехнологии	20	10	10
5	Клеточная инженерия	40	24	16
5.1.	Сферы применения культур растительных клеток.	8	4	4
5.2.	Культура клеток высших растений	8	4	4
5.3.	Образование каллуса. Дедифференцировка клеток растений.	8	4	4
5.4.	Тотипотентность клеток каллуса. Рост каллуса на питательной среде	8	8	-
5.5.	Суспензионные культуры клеток растений	8	4	4
6.	Верхушечная меристема растений	30	14	16
6.1.	Строение конуса нарастания растений	7	3	4
6.2.	Выделение апекса картофеля под микроскопом	7	3	4
6.3.	Культивирование апекса на твердой питательной среде	8	4	4
6.4.	Выделение апекса комнатных растений	8	4	4
6.5.	Подведение итогов, защита проектов.	8	-	8
	8 класс	144	44	100
7.	Микроклональное размножение и культура растительных клеток	136	66	70
7.1.	Виды питательных сред	36	12	24
7.2.	Состав питательных сред	40	28	12
7.3.	Составление рецептуры питательных сред для различных растений и целей	36	16	20
7.4.	Этапы микроклонального размножения	8	4	4
7.5.	Практическое применение микроклонального размножения в сельском хозяйстве	4	2	2
7.6.	Культивирование растений в пробирках	12	4	8
7.8.	Подведение итогов, защита проектов.	8	-	8
	9 класс	144	68	76
8.	Адаптация пробирочных растений к нестерильным условиям	84	36	48
8.1.	Необходимость адаптации растений	4	4	-
8.2.	Устойчивость растений	12	8	4
8.3.	Стрессовые гормоны	8	4	4

8.4.	Адаптация растений в теплице	60	20	40
9.	Генная инженерия	52	32	20
9.1.	Возможности генной инженерии	4	4	-
9.2.	Методы генетической трансформации растений.	8	8	-
9.3.	Ферменты генной инженерии	16	12	4
9.4.	Выделение ДНК из растительных объектов	24	8	16
9.5.	Подведение итогов, защита проектов.	8		8
Продвинутый уровень				
	10 класс	144	68	76
10.	Генетический аппарат растений (генетика растений)	30	15	15
10.1.	Основные законы генетике.	6	3	3
10.2.	Взаимодействие генов и генетика пола	6	3	3
10.3.	Пластидный и митохондриальный геном растений	6	3	3
10.4.	Ядерный геном. Полиплоидия растений	6	3	3
10.5.	Природа и механизм мутаций	6	3	3
11.	Современные методы селекции растений	30	14	16
11.1.	Основные методы селекции растений	8	4	4
11.2.	Биологические механизмы селекции	8	4	4
11.3.	Направленный мутагенез	7	3	4
11.4.	Ускоренные методы селекции	7	3	4
12.	Специальные биотехнологии растений	20	8	12
12.1.	Экологическая биотехнология	5	2	3
12.2.	Растения устойчивые к вредителям. Гены устойчивости растений к насекомым вредителям. Растения устойчивые к фитопатогенам.	5	2	3
12.3.	Биотехнология в решении проблем энергетики	5	2	3
12.4.	Лесная биотехнология	5	2	3
13.	Сельскохозяйственная биотехнология	20	10	10
13.1.	ГМО	8	4	4
13.2.	Семеноводство и биотехнология растений	6	3	3
13.3.	Парасексуальная гибридизация	6	3	3
13.4.	Подведение итогов, защита проектов.	8	-	8
	11 класс	72	32	40
14	It технологии в современной биотехнологии растений	72	32	40
14.1.	Геномика растений.	4	2	2
14.2.	Сборка растительных генов: основные подходы, особенности поиска генов в растительных объектах	4	2	2

14.3.	Картирование чтений, variant calling (поиск замен)	4	2	2
14.4.	Phytozome: обзор базы данных по геномам	4	2	2
14.5.	Транскриптомика растений	4	2	2
14.6.	Транскриптомное секвенирование растений	28	12	16
14.7.	Обработка результатов секвенирования РНК	4	2	2
14.8.	Протеомика растений	4	2	2
14.9.	Количественная протеомика	4	2	2
14.10.	Анализ протеомных данных	4	2	2
14.11.	Метаболомный анализ растений	4	2	2
14.12.	Подведение итогов, защита проектов.	4		4

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 микроклонального 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 (Копя, Прянишникова) (2 занятия). Рост стимулирующие и ингибирующие вещества – фитогормоны; рост активирующие и ингибирующие действие гетероауксина на прорастание семян растений (1-2 занятие).

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, мукоора. 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, мукоора). 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. Микроклональное размножение (клональное микроразмножение)

Теория: Преимущество микроклонального размножения. Какие факторы влияют на микроклональное размножение растений. Этапы микроклонального размножения. Методы микроклонального размножения растений. Питательные среды – их виды, состав. Приготовление питательных сред. Культура изолированных клеток. Гистогенез. Морфогенез.

Микроклональное 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 микроклонального размножения растений и их этап. Решение практических задач. 1) Микроклональное размножение картофеля; получение микроклубней – безвирусного посадочного материала (суперсуперэлита). 2) микроклональное 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.

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 гипотермии 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. Рекombинантная 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.); микроклональное 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. Рекombинантная 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 рекombинантных 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. Техническая биотехнология; разработка новых методов борьбы с биодеструкторами, применение живых органоумов 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 генно-модифицированных организмов (ГМО) – трансгенез. Селекция генно-модифицированных 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 гликозил-гидролаз - база данных CAZy и иерархическая классификация гликозил-гидролаз; 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. Формы аттестации

Промежуточная аттестация – вопросы, тестовые работы и практические задания в конце каждого года. Итоговая аттестация – выступление на семинарах и зачет по итогам реализации программы.

6. 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 растительных клеток	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	Адаптация пробирочных растений к нестерильным условиям	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	
9	Генная 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	
10	Генетический аппарат растений (генетика 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	
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	It 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	
--	--	--	---	--

7. Методические материалы

Занятия проводятся в 1 группе от 5 человек по 2 - 4 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

8. Условия реализации программы

Материально-мехническая база

№	Описание	Кол-во
1	Ламинар	2
	Предназначен для создания беспылевой стерильной воздушной среды в рабочей камере. Необходим при работе со стерильными культурами. Используется для выделения верхушечной меристемы, микроклонального размножения растений, а также проведения всех микробиологических манипуляций: подготовка растворов культур микроорганизмов с заданными концентрациями, посадка микроорганизмов на жидкую или твёрдую питательные среды.	
2	Стерилизатор паровой автоматический	1
	Предназначен для стерилизации водяным насыщенным паром под избыточным давлением изделий лабораторного назначения – посуды, инструментов. Рабочее давление пара 0,11 МПа. К нему в комплекте идут 8 биксов. Используется для паровой стерилизации лабораторной посуды, питательных сред, маточных растворов солей, получения стерильной воды.	
3	Шкаф сушильный	2
	Предназначен для сушки и дезинфекции материалов. Рабочий диапазон температур +50...+200 ⁰ С. Дезинфекция достигается за счет высокой температуры (сухожар). Используется для сушки различных материалов, растительных образцов, почвы, субстратов и т.п. Также используется для сухой термической стерилизации лабораторных инструментов.	
4	Термостат с охлаждением	2
	Предназначен для поддержания температуры в камере +5+60 ⁰ С. Используется для культивирования биообъектов в постоянных условиях среды.	
5	Климатостат	1
	Предназначен для задач биотестирования, и обеспечивает поддержание заданных условий по температуре, интенсивности света, циклу изменения освещенности «день/ночь» (фотопериоду). Используется для проведения экспериментальной работы, а также для	

	адаптации клонированных растений.	
6	рН-метр/ионометр	2
	Предназначен для измерений водородного показателя (рН), окислительно-восстановительного потенциала, концентрации ионов. Используется для определения рН среды при проведении биологических экспериментов, при приготовлении растворов для гидропонных установок, а также для доведения рН питательной среды для культивирования клоновых растений до необходимых параметров.	
7	Весы аналитические (Точность: 0,001 мг)	1
	Используются для точной навески химических реактивов для проведения количественного анализа, а также для навески микросолей при приготовлении питательных сред для культивирования клоновых растений.	
8	Аквадистиллятор	1
	Предназначен для получения качественной дистиллированной воды, соответствующей ФС «Вода для инъекций» и «Вода очищенная». Дистиллированная вода используется для приготовления питательных сред, ополаскивания лабораторной посуды после мойки, разведения хим. реактивов.	
9	Спектрофотометр с УФ-диапазоном	1
	Предназначен для исследования и анализа веществ. Используется для проведения количественного анализа биоматериала при проведении экспериментов и организации работы над научно-исследовательскими проектами.	
10	Центрифуга лабораторная	1
	Необходима для разделения биоматериала с последующим анализом конкретной фракции. Используется при проведении биохимического анализа при организации работы над научно-исследовательскими проектами.	
11	Магнитная мешалка	1
	Предназначена для перемешивания жидкостей. Используется для	

	приготовления питательных сред.	
12	Орбитальный шейкер	1
	Предназначен для перемешивания биологических жидкостей, а также для инкубации и культивирования биологических жидкостей по заданной оператором программе. Используется для экстракции веществ.	
13	Холодильник лабораторный для хранения реактивов	1
14	Морозильник лабораторный для хранения реактивов	1
	Холодильник используется для хранения реактивов, маточных растворов, объектов исследования при температуре хранения до -4 ⁰ С. Морозильник используется для хранения реактивов при температуре хранения до -20 ⁰ С	
15	Дозатор 1 -кан 20-200 мкл	3
16	Дозатор 1 -кан 100-1000 мкл	3
17	Дозатор 1 -кан 1-10 мл	3
	Дозаторы используются для точного набора объёма жидкостей, в том числе реактивов и биожидкостей.	
18	Микроволновая печь	1
	Используется для приготовления питательных сред.	
19	Термостат жидкостный (Водяная баня)	1
	Предназначена для нагревания веществ, когда требуемая температура составляет до 100 °С при нормальном атмосферном давлении. Используется для проведения инкубации проб для определения в них ферментативной активности или выделения необходимых веществ из материалов.	
20	Ноутбук	11
	Используются для проведения теоретических занятий, онлайн-олимпиад, конкурсов, дистанционной конкурсной защиты.	
21	ПЦР-анализатор	1
	Анализатор автоматический для проведения ПЦР-анализа в режиме реального времени LightCycler 96 Instrument с принадлежностями. Необходим для проведения реакций репликации исследуемого гена и определения его количества после инкубации. В данный момент ведется работа по освоению методики ПЦР- анализа.	

	Набор праймеров, рестриктаз, лигаз и полимераз для проведения ПЦР анализа	1
22	Аспиратор с сосудом ловушкой	1
	Предназначен для удаления следовых количеств спирта (или буфера) со стенок пробирок Эппендорф при очистке ДНК (РНК) и для других технологий переосаждения макромолекул. Прибор также может быть использован для отмывания клеток от питательной среды и ресуспендирования в буфере.	
23	Лабораторная центрифуга-вортекс «Мультиспин» MSC - 6000 с роторами	1
	Устройство предназначено для «сброса» небольших объемов реагентов на дно пробирки.	
24	Флуоресцентный микроскоп	1
	Предназначен для изучения свойств органических или неорганических веществ с использованием явления флуоресценции (люминесценции)	
25	Расходные материалы для функционирования лаборатории: набор посуды, инструментов, материалов и реактивов (банки для культивирования растений, мерные колбы, колбы Эрленмейера, химические стаканы, мерные цилиндры, чашки Петри, пробирки, штативы, бутылки, стеклянные палочки, ножницы, пинцеты, штативы для хранения пробирок, скальпели, мембранные фильтры, бумага (оберточная, пергаментная, фильтровальная), фольга алюминиевая, стретч-пленка, вата, пакеты для стерилизации, спиртовки, бумажные полотенца, наконечники для пипеток и прочие расходные материалы)	
26	Комплект мебели для функционирования лаборатории: мойка из кислотоупорного материала, стеллажи для хранения, расходных материалов, химических реактивов, посуды и пр., лабораторные столы, островные лабораторные столы, бактерицидные лампы; шкафы для материалов и оборудования; столики процедурные, манипуляционные, инструментальные; стулья.	
27	Стеллажи с лампами дневного спектра излучения с таймером	5
	Используются для культивирования клоновых растений, каллусов,	

	эксплантов, введенных в культуру.	
28	Сплит-система, электрический кондиционер воздуха	1
	Используется для поддержания температуры воздуха в культуральной в пределах заданных параметров.	
29	Шкаф вытяжной	1
	Используется для хранения реактивов , а также для работы с сильнопахнущими или дымящими реактивами, концентрированными кислотами, щелочами.	
30	Принтер	1
	Используется для печати раздаточного материала при проведении занятий, печати грамот, дипломов и других наградных материалов.	
31	Телевизор	1
	Используется для демонстраций видеоматериалов при проведении занятий.	
32	Тепличный комплекс	1
	Используется для адаптации и доращивания клоновых растений, для проведения экспериментов по влиянию различных факторов на рост сельскохозяйственных культур.	

Литература

Для педагогов:

Основная:

1. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: Учеб. пособие. – М.: ФБК-ПРЕСС, 1991. – 160 с.
2. Калинин Ф.Л., Кушнир Г. П., Сарнацкая В.В. Технология микрклонального размножения растений – Киев: Наукова думка, 1992.
3. Основы биотехнологии: Учеб. пособие для высш. пед. учеб. заведений / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 208 с.
4. Сельскохозяйственная биотехнология: Учеб./В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова, С.В. Дегтярев и др.: Под. ред. В.С. Шевелухи. – М.: Высш. шк., 1998. – 416 с.
9. 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
10. 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
11. 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
12. 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
13. 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>
14. 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>

Дополнительная:

1. Елинов Н.П. Основы биотехнологии: Учеб. – СПб. 1995.
2. Г.М. Муромцев, Р.Г. Бутенко, Т.И. Тихоненко, М.И. Прокофьев. Основы сельскохозяйственной биотехнологии: Учеб. – М.: Агропромиздат., 1990
3. Хавкин Э.Е. Экологические проблемы, порождаемые трансгенными растениями // Биотехнология и трансгенетика. – 1999-2000. Т.1. С.3 – 4.
4. Гамбург К.З., Рекославская Н.И., Швецов С.Г. Ауксины в культурах тканей и клеток растений – Новосибирск: Наука, 1990.

Интернет ресурсы

1. Сайт Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки. Режим доступа: <http://www.cnshb.ru>
2. Университетская информационная система России. Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru>
3. Бесплатная библиотека on-line на Sibnet. Режим доступа: <http://lib.sibnet.ru>
4. Биология трансгенного растения. Режим доступа: http://www.ippras.ru/society_physiologists_plants/VI_OFR_Abstr/symposium_7.pdf
5. Интернет-журнал Биотехнология. Режим доступа: http://www.biotechnolog.ru/ge/ge12_7.htm
6. Интернет-журнал о коммерческих биотехнологиях. Режим доступа:
7. <http://cbio.ru/page/46/id/943/>
8. Трансгенные растения. Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/1150630/>
9. Центр «Биоинженерия» РАН. Режим доступа: <http://www.biengi.ac.ru/molbiol.htm>
10. За биобезопасность. Сайт кампании против массового внедрения генетически изменённых организмов, законодательство в этой сфере, электронные версии публикаций. Режим доступа: <http://biosafety.seu.ru>
11. <http://www.biotechnolog.ru>

ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

In vitro – выращивание растительных объектов «в стекле» (пробирке, колбе, биореакторе) на искусственных питательных средах, в асептических условиях.

Тотипотентность – свойство соматических клеток полностью реализовать генетический потенциал целого организма.

Омнипотентность ядер – сохранение ядрами соматических клеток растений всех потенций ядра зиготы, то есть сохранение всей генетической информации.

Культура тканей *in vitro* – выращивание в длительной пересадочной культуре тканей, возникших путем пролиферации клеток изолированных сегментов разных органов или самих органов растений.

Культура органов *in vitro* – асептическое выращивание на искусственной питательной среде в пересадочном режиме изолированных корней, стеблевых апексов, незрелых частей цветка, незрелых плодов.

Культура корней *in vitro* – асептическое выращивание на искусственной питательной среде в пересадочном режиме изолированных корней.

Культура меристем *in vitro* – асептическое выращивание на искусственной питательной среде изолированного апекса или пазушной почки побега конуса нарастания с одним или двумя листовыми примордиями.

Культура суспензионная или культура клеток *in vitro* – асептическое выращивание отдельных клеток или их небольших групп во взвешенном состоянии в жидкой питательной среде.

Культура зиготических зародышей *in vitro* – асептическое выращивание на искусственной питательной среде незрелых или зрелых изолированных зародышей.

Апекс – верхушечная часть стебля или корня.

Меристема – образовательная ткань с мелкими, активно делящимися клетками.

Апикальное доминирование – явление подавления роста боковых почек побега в присутствии терминальной почки.

Адвентивные почки – почки, возникшие из тканей и клеток растения, обычно их не образующих.

Фитогормоны – (гормоны растений) – биологически активные соединения, образующиеся в растениях в малых количествах, вызывающие специфический ростовой или формообразовательный эффект.

Ауксины – фитогормоны (ИУК, НУК, 2,4-Д), активизирующие рост стеблей и корней, стимулирующие образование корней у проростков.

Цитокинины – фитогормоны (кинетин, 6-БАП), активизирующие развитие меристем, стимулирующие образование почек.

Гиббереллины – фитогормоны (ГК и др.), активизирующие рост стеблей, вызывающие прорастание семян.

ГК – гибберелловая кислота

ИУК – b-индолилуксусная кислота

НУК – a-нафтилуксусная кислота

2,4-Д – 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота

6-БАП – 6-бензиламинопури

Клональное микроразмножение или микроклональное размножение – получение *in vitro* неполовым путем растений, генетически идентичных исходному (метод вегетативного размножения растений в культуре *in vitro*).

Эксплант фрагмент ткани или органа, инкубируемый на питательной среде самостоятельно или используемый для получения первичного каллуса.

Пролиферация – новообразование клеток и тканей путем размножения уже существующих.

Дедифференциация – переход специализированных клеток к пролиферации и неорганизованному каллусному росту (утрата клетками специализации).

Редифференциация – переход специализированных клеток из одного состояния дифференцировки в другое с предшествующими делениями или непосредственно.

Дифференциация – комплекс процессов, приводящих к различиям между клетками.

Дифференцировка – состояние специализации клеток, отличающее их от других.

Морфогенез *in vitro* – процесс формообразования, то есть заложения, роста и развития клеток (цитогенез), тканей (гистогенез) и органов (органогенез) в культуре клеток и тканей *in vitro*.

Ризогенез – процесс заложения, роста и развития корней.

Регенерация – восстановление целостного организма из клетки, ткани, органа.

Эмбриоидогенез – процесс образования зародышеподобных структур (эмбриоидов) неполовым путем в культуре тканей и клеток *in vitro*.

Каллус – группа дедифференцированных клеток, возникших *in vivo* или *in vitro* путем неорганизованной пролиферации.

Культура каллусов *in vitro* – выращивание в длительной пересадочной культуре каллусов, возникших путем дедифференциации и пролиферации клеток, тканей, органов растений.

Культура «привыкших» тканей – выращивание тканей, возникших путем редифференциации или мутации клеток нормальных каллусных тканей, и способных расти на питательных средах без гормонов.

Трансплант – часть каллусной ткани, используемая для переноса на свежую питательную среду.

Инокулюм – часть клеточной суспензии, используемая для переноса на свежую питательную среду.

Субкультивирование – процесс переноса транспланта или инокулюма в культуральный сосуд на свежую питательную среду.

Цикл выращивания – период от помещения клеточного инокулюма или каллусного транспланта на питательную среду до последующего субкультивирования.

Ростовой цикл – рост популяции клеток в цикле периодического выращивания, характеризующийся сигмоидальной (S-образной) кривой. Фазы ростового цикла: латентная (лаг-фаза), экспоненциальная (лог-фаза, фаза логарифмического роста), замедления роста, стационарная, деградации.

Штамм – культура, возникшая после первого субкультивирования, и состоящая из многих клеточных линий, возникших из клеток первичного каллуса.

Линия – культура, возникшая из штамма путем селекции или клонирования, имеющая маркерные признаки.

Клон – культура, возникшая из одной клетки.

Клеточная селекция *in vitro* – метод выделения мутантных клеток и соматоклональных вариаций с помощью селективных условий.

Соматоклональные вариации и варианты – фенотипическое выражение непостоянства ядерного и органелльных цитоплазматических геномов культивируемых клеток. От истинных генных мутаций отличаются большей частотой возникновения и комплексностью изменений (изменения в структуре генов, хромосом, геномов).

Эпигенетические вариации – фенотипическое выражение дифференциальной активности генов. От мутаций и соматоклональных вариаций отличаются тем, что не сохраняются в цикле клетка-растение-клетка.

Соматическая (парасексуальная) гибридизация – способ создания гибридных клеточных линий и соматических гибридов растений путем генетической рекомбинации хромосом и генов ядра и органелл вне сексуального цикла, например путем слияния изолированных протопластов.

Изолированный протопласт – растительная клетка, лишенная клеточной стенки с помощью ферментативного или механического разрушения.

Цитопласт – ограниченный мембраной участок цитоплазмы, возникший при фрагментации изолированного протопласта.

Субпротопласт – изолированный протопласт, потерявший часть цитоплазмы, сохранивший ядро.

Слияние изолированных протопластов – формирование одной клетки из двух и более объединением их поверхностных мембран.

Культура изолированных протопластов – выращивание клеток, лишенных стенок, в жидкой или на агаризованной среде, содержащей в качестве дополнительного компонента осмотически активное вещество (стабилизатор) в оптимальной для данного вида концентрации. При регенерации стенок изолированные протопласты превращаются в культуру клеток.

Соматический гибрид – растение, полученное путем гибридизации изолированных протопластов.

Цибрид – растение, полученное при слиянии изолированного протопласта с цитопластом, протопластом с инактивированным ядром или с энуклеированным протопластом.

Кариотип – набор хромосом, характерных для данного вида.

Моноплоид – ядро, клетка, организм, характеризующиеся основным числом хромосом в полиплоидной серии (символ X).

Гаплоид – ядро, клетки, организм, характеризующиеся набором хромосом, представляющим половину полного набора, свойственного виду (символ n).

Диплоид – ядро, клетки, организм, характеризующиеся двойным набором гомологичных хромосом, представленным числом, характерным для данного вида (символ $2n$).

Псевдодиплоид – ядро, клетки, организм, характеризующиеся диплоидным числом хромосом, отличающиеся от зигот данного вида по кариотипу.

Полиплоид – ядро, клетки, организм, характеризующиеся умноженным основным числом хромосом (символ $3X$, $4X$ и т.д.).

Эуплоид – ядро, клетки, организм с числом хромосом, кратным X .

Анеуплоид – ядро, клетки, организм с числом хромосом, отклоняющимся от X и от чисел, кратных X .

Мутация – изменения в генетическом материале клеток путем перестройки ДНК ядер и органелл, изменений в структуре хромосом или уровне ploидности организма.

Рецессив – ген или генетически обусловленный признак, проявляющийся в диплоидной клетке или организме при условии, когда оба набора хромосом несут данные гены.

Доминант – ген, проявляющийся как признак при условии, когда гомологичные наборы имеют разные гены.

Примерная тематика проектных работ

1. Эффективность методов стерилизации меристем растений.
2. Питательные среды для меристем.
3. Питательные среды для каллусных культур.
4. Питательные среды для микро черенков.
5. Проблема адаптации растений на безгормональной питательной среде.
6. Клональные растения и условия освещения.
7. Влияние физических факторов среды на рост и развитие клональных растений.
8. Влияние биатических факторов среды на рост и развитие растений.
9. Симбиотические микроорганизмы клональных растений.
10. Симбиотические грибы растений.
11. Фитопатогены клональных растений.
12. Проблема пересаживания клональных растений в грунт.
13. Грунты для пересадки клонированных растений.
14. Устойчивость клональных растений к факторам среды
15. Основные стресс факторы растений
16. Проблемы окислительного стресса в биотехнологии растений.
17. Определение хозяйственно значимых генов растений.
18. Ферментативный аппарат растений.
19. Дыхание растений и урожай
20. Трансгенные растения в сельском хозяйстве – проблемы и перспективы применения.
21. Фотосинтез и урожай.
22. Потребление макроэлементов клональными растениями на разных этапах онтогенеза.
23. Потребность в микроэлементах клональных растений на разных этапах онтогенеза.
24. Потребность растений в витаминах.
25. Низкомолекулярные антиоксиданты растений.
26. Вторичные метаболиты растений.
27. Лекарственные вещества растений.
28. Заболевания сельскохозяйственных растений, вызванные грибами.
29. Трансгенез отдельных растений.
30. Заболевания сельскохозяйственных растений, вызванные бактериями и вирусами.
31. Микроклональное размножение растений в семеноводстве.
32. Получение генетически однородного посадочного материала декоративных растений

