

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ДЕТСКИЙ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ  
ЦЕНТР»

Принято на методическом совете  
ГБУ ДО РДЭБЦ  
Протокол № 2 от  
« 18 » марта 2024г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ  
«БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ»  
(технологии клонального микроразмножения *in vitro*)

Автор-составитель:  
Ишмуратова М.М., проф., д.б.н,  
Проф. каф. экологии и БЖД  
Института природы и человека  
УУНиТ

Возраст обучающихся: 13-16 лет  
Срок реализации: 1 год

Уфа, 2024г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Комплекс основных характеристик дополнительной общеразвивающей программы естественнонаучной направленности «Образовательная программа по биологии: технологии клонального микроразмножения».....	3
1.1 Пояснительная записка .....	3
1.3. Содержание программы .....	6
1.4. Планируемые результаты освоения программы.....	10
Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы естественнонаучной направленности «Образовательная программа по биологии: технологии клонального микроразмножения in vitro» .....	11
2.1 Условия реализации программы .....	11
2.1.1 Материально-техническое обеспечение программы.....	11
2.1.2 Информационное обеспечение .....	11
2.1.3 Кадровое обеспечение .....	11
2.2 Формы аттестации.....	12
2.3 Оценочные материалы.....	12
2.4. Методические материалы.....	14
Список литературы .....	15
с	
1	
5	
3	
5	
3	
8	
0	
8	
7	
"	
Календарный учебный график.....	6

# **Раздел 1. Комплекс основных характеристик дополнительной общеразвивающей программы естественнонаучной направленности «Образовательная программа по биологии: технологии клонального микроразмножения in vitro»**

## **1.1 Пояснительная записка**

Достижения в области культуры клеток и тканей привели к созданию принципиально нового метода вегетативного размножения — клонального микроразмножения (получение в условиях in vitro (в пробирке), неполовым путём растений, генетически идентичных исходному экземпляру). В основе метода лежит способность растительной клетки реализовывать присущую ей тотипотентность, то есть под влиянием экзогенных воздействий давать начало целому растительному организму. Изучение и способы практического применения метода клонального микроразмножения легли в основу данной дополнительной общеразвивающей программы.

Дополнительная общеразвивающая программа «Образовательная программа по биологии: технологии клонального микроразмножения» (далее программа) естественнонаучной направленности составлена в соответствии с:

- Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ (с учетом изменений);
- Приказом Министерства просвещения РФ от 09.11.2018 № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Письмом Минобрнауки от 18.11.2015 №09-3242 «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеобразовательных программ (включая разноуровневые программы)»;
- Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 №41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»;
- Концепцией развития дополнительного образования детей (распоряжение Правительства РФ от 4 сентября 2014 года № 1726-р);
- Планом мероприятий на 2015-2020 годы по реализации Концепции развития дополнительного образования детей (распоряжение Правительства РФ от 24 апреля 2015 года № 729-р);
- Федеральным государственным образовательным стандартом основного общего образования (приказ Министерства образования и науки РФ от 17 декабря 2012 г. №1897);
- Федеральным государственным образовательным стандартом среднего общего образования (приказ Министерства образования и науки РФ от 17.05.2012 г. №413);

Программа имеет естественнонаучную направленность и ориентирована на:

- получение углубленных знаний в области биологии;
- создание необходимых условий для личностного развития учащихся, их позитивной социализации и профессионального самоопределения;
- удовлетворение индивидуальных потребностей учащихся в занятиях естественнонаучным творчеством;
- выявление, развитие и поддержку талантливых обучающихся;
- обеспечение духовно-нравственного, гражданского, патриотического, трудового воспитания учащихся;
- формирование культуры здорового и безопасного образа жизни.

### **Актуальность программы**

В настоящее время активно проводятся работы по созданию биотехнологических лабораторий, которые ведут исследования по культивированию *in vitro* изолированных тканей и клеток растений. Использование современных генетических технологий и технологий массового размножения растений (клональное микроразмножение) на искусственных питательных средах, искусственных субстратах, приводит к тому, что себестоимость размноженных *in vitro* растений снижается и, с учетом высокого качества получаемой продукции, ее цена устраивает покупателя. Функциональная биотехнологическая лаборатория позволяет производить генетически однородный, выровненный, к определенному сроку, оздоровленный посадочный материал, а также создавать исходный материал для селекции.

Актуальность данного направления предполагает использование в образовательном процессе методы проектно-исследовательской деятельности в освоении генетических технологий и технологий клонального микроразмножения *in vitro*.

Программа направлена на углубление знаний по биологии и генетике, основам генетических технологий, современных биотехнологий обучения, систематизацию исследовательских навыков обучающихся, в том числе с применением современных цифровых технологий.

Программа отвечает потребностям современных детей и их родителей в дополнительном естественнонаучном образовании, что соответствует государственной политике в области дополнительного образования и социальному заказу.

Реализация программы способствует созданию системы деятельности по развитию интеллектуальных и творческих способностей обучающихся, развитию одаренности, а также поддержке детей с особыми образовательными потребностями (одаренных детей).

### **Новизна программы:**

- использование инновационных технологий при проведении теоретических и практических занятий;
- формирование системы научных знаний в области генетических технологий и технологий клонального микроразмножения растений, выходящих за рамки школьного курса биологии.

### **Отличительная особенность программы**

Предложенная программа имеет углубленный уровень, так как обучающиеся смогут познакомиться с достижениями в области культуры клеток и тканей, которые привели к созданию принципиально нового метода вегетативного размножения – клонального микроразмножения растений. Данная информация выходит за рамки школьной программы.

Программа располагает широкими обучающими и воспитательными возможностями, предусматривает изучение физиологических, цитологических и генетических особенностей, свойственных клеткам растений, культивируемых *in vitro*.

**Адресат программы:** обучающиеся с повышенной мотивацией к изучению предметов естественнонаучного цикла 7-9-х классов общеобразовательных организаций.

**Возраст учащихся:** 13-15 лет.

**Форма обучения**– очная.

**Цель программы:** освоение обучающимися теоретических основ и практических навыков культивирования клеток высших растений с применением технологии клонального микроразмножения.

Для достижения указанной цели решаются следующие **задачи:**

#### образовательные:

- познакомить с методами получения *in vitro* каллусных, суспензионных культур;
- познакомить с физиолого-биохимическими процессами у растительных клеток в культуре;
- научить применять полученные знания, умения и навыки на практике;

#### развивающие:

- способствовать развитию творчески мыслящей личности;
- развивать исследовательский тип мышления, зрительную память и восприятие, внимание;
- развить потребность обучающихся в здоровом образе жизни;

#### воспитательные:

- воспитать бережное отношение к природе родного края;

– воспитать уважительное отношение друг к другу.

## Календарный учебный график

Программа рассчитана на 1 год обучения.

Количество часов: 144.

Продолжительность занятий: продолжительность одного занятия не более 45 минут с обязательным перерывом между занятиями, не более 4 часов в день.

### 1.3. Содержание программы

Учебный план программы представлен в таблице 1.

Учебный план программы

Таблица 1.

Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
	Всего	Теория	Практика	
Введение в биотехнологию растений	6	6		Мониторинг выполнения индивидуальных практических работ. Защита итоговой работы.
Использование технологии <i>in vitro</i> для поддержания биоразнообразия. Красные книги Республики Башкортостан.	6	6		
Биотехнологии на основе культивируемых клеток, тканей и органов растений.	4	4		
Раздел 1. Тема 1.1. Микроклональное	6	6		

размножение растений in vitro				
Тема 1.2. Потенциальные системы размножения растений in vitro	4	4		
Раздел 2. Тема 2.1. Этапы клонального микроразмножения in vitro	4	4		
Тема 2.2. Факторы, влияющие на процесс микроразмножения растений в условиях in vitro	4	4		
Раздел 3. Тема 3.1. Приготовление питательных сред и подбор оптимальных условий культивирования	22	4	18	
Тема 3.2. Стерилизация растительного материала	22	4	18	
Тема 3.3. Техника введения в культуру in vitro и культивирования изолированных тканей, микроразмножения отдельных видов растений	22	4	18	

Распределение тем индивидуальных проектов	2	2	
Работа над индивидуальным проектом в лаборатории	28	8	20
Самостоятельная работа с литературой	12	2	10
Итоговое занятие	2	2	
<b>ИТОГО:</b>	<b>144</b>	<b>60</b>	<b>84</b>

### **Содержание учебного плана**

#### **Введение в биотехнологию растений**

#### **Использование технологии *in vitro* для поддержания биоразнообразия. Красные книги Республики Башкортостан.**

История развития метода культур клеток, тканей и изолированных органов растений. Клональное микроразмножение и оздоровление растений. Культура изолированных клеток и тканей в селекции растений.

#### **Биотехнологии на основе культивируемых клеток, тканей и органов растений.**

Культивирование одиночных клеток и получение изолированных протопластов. Клональное микроразмножение и оздоровление растений. Культура изолированных клеток и тканей в селекции растений. Генетическая трансформация растений. Культивирование клеток и тканей в биореакторах для получения биологически активных соединений. Криоконсервация культивируемых клеток.

#### **Раздел 1.**

##### **Тема 1.1. Микрклональное размножение растений *in vitro***

Преимущества данного метода перед традиционными способами размножения. Практическое значение метода микрклонального размножения. Получение безвирусного посадочного материала. Применение методики размножения *in vitro* для тестирования растений на устойчивость к заболеваниям, засухе, засолению и другим стрессовым факторам.

##### **Тема 1.2. Потенциальные системы размножения растений *in vitro***

Способы и методы микрклонального размножения *in vitro*. Метод активации развития уже существующих в растении меристем. Получение безвирусного посадочного материала сельскохозяйственных культур, для размножения культур промышленного цветоводства, тропических и

субтропических растений, плодово-ягодных культур, древесных растений. Микрочеренкование побега, сохраняющего апикальное доминирование.

## **Раздел 2.**

### **Тема 2.1. Этапы клонального микроразмножения *in vitro***

Выбор растения-донора и изолирование эксплантов; собственно микроразмножение; укоренение размноженных побегов с последующей адаптацией их к почвенным условиям; перенос укорененных микроклонов в теплицу, выращивание растений-регенерантов и подготовка их к посадке в полевые условия. Особенности размножения отдельных культур.

### **Тема 2.2. Факторы, влияющие на процесс микроразмножения растений в условиях *in vitro***

Генетические и физиологические факторы. Генотип материнского растения, сортовая родовая специфика исходного экспланта, физиологический возраст, сезонность изоляции, размер экспланта. Гормональные факторы. Гормональный баланс питательной среды. Влияние минеральных солей, витаминов, углеводов, биологически активных веществ негормональной природы, углеродного питания на эффективность клонального микроразмножения. Физические факторы. Консистенция питательной среды, кислотность, фотопериод, интенсивность освещения, спектральный состав света, температурный режим. Оптимизация условий клонального микроразмножения растений.

## **Раздел 3.**

### **Тема 3.1. Приготовление питательных сред и подбор оптимальных условий культивирования**

Компоненты питательных сред: макроэлементы, микроэлементы, источники железа, органические добавки (витамины), источники углерода (углеводы), органические добавки (регуляторы роста). Основные питательные среды (Мурасиге-Скуга, Шенка-Хильдебрандта, Гамборга, Уайта, Хеллера, Линсмайера-Скуга и др.). Технология приготовления маточных растворов для питательных сред. Стерилизация питательных сред. Подбор условий культивирования для конкретных видов растений (жидкие или твердые среды, состав питательных сред, гормоны, рН среды, продолжительность освещения и качество света, температура, влажность воздуха).

### **Тема 3.2. Стерилизация растительного материала**

Знакомство с набором веществ, используемых в качестве стерилизующих агентов (этиловый спирт, сулема, диацид, гипохлориты кальция и натрия, хлорамины, хлорная известь, перекись водорода). Приготовление растворов стерилизаторов на примере гипохлорита натрия (коммерческий препарат «Доместос») и этилового спирта. Подбор оптимального режима стерилизации для конкретных частей и органов растений. Технология стерилизации растительного материала. Выращивание стерильных проростков.

### **Тема 3.3. Техника введения в культуру и культивирования изолированных тканей, микроразмножения отдельных видов растений**

Типы эксплантов. Методики получения каллусных культур. Получение каллусной культуры из стерильных проростков редиса. Методика получения каллусных культур из изолированных кончиков корешков фасоли, из меристем конуса нарастания ростков клубня картофеля, столонов земляники, из листьев и черешков моркови. Пассирование каллусной ткани. Регенерация растений *in vitro* на примере соматического эмбриогенеза в каллусной ткани. Микрклональное размножение полученных растений.

#### **План практических занятий:**

Приготовлений растворов солей (макро- и микроэлементов), витаминов, фитогормонов. Приготовление питательных сред и подбор оптимальных условий культивирования.

Методы стерилизации растительного материала, посуды, инструментов и питательных сред. Выращивание стерильных проростков. Выделение и культивирование апикальных меристем картофеля. Микроразмножение картофеля черенкованием побегов. Микрклональное размножение земляники. Получение каллусной ткани из взрослого растения. Получение каллусной ткани из асептических проростков.

### **1.4. Планируемые результаты освоения программы**

#### Образовательные (предметные)

Обучающиеся должны знать:

- цитологические, генетические и физиолого-химические особенности популяций длительно культивируемых растительных клеток;
- технику введения в культуру и методы выращивания *in vitro* изолированных клеток высших растений;
- цитологические, генетические и физиолого-химические особенности популяций длительно культивируемых растительных клеток;
- перспективы использования клеточных культур для получения экономически-важных биологически-активных веществ;
- суть технологий микрклонального размножения растений и получения оздоровленного посадочного материала;
- технологии облегчения и ускорения селекционного процесса, также способы генетической трансформации растений.

#### Метапредметные

Обучающиеся должны уметь:

- осуществлять септические процедуры по получению и пассированию каллусных и суспензионных культур;
- производить учет показателей роста клеточных культур, оценку их жизнеспособности и морфологических характеристик;
- определять направление морфогенеза в культуре клеток и тканей на основе варьирования соотношения ауксинов и цитокининов в питательной среде;
- применять знания об особенностях культивируемых растительных

клеток при осуществлении биотехнологических процессов на их основе.

- самостоятельно определять цели своей деятельности, ставить и формулировать для себя новые задачи для дальнейших исследований;
- самостоятельно планировать пути достижения целей, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения задач;
- создавать алгоритмы деятельности, находить необходимую информацию.

#### Личностные

- развитая любознательность;
- эмоционально-творческая активность;
- интерес к экологической и общественной ситуации своей Родины, родного края;
- умение работать в коллективе;
- трудолюбие;
- чувства взаимопомощи.

## **Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы естественнонаучной направленности «Образовательная программа по биологии: технологии клонального микроразмножения»**

### **Условия реализации программы**

#### **Материально-техническое обеспечение программы**

Наличие специализированной лаборатории микроразмножения растений, мобильной агролаборатории.

#### **2.1.2 Информационное обеспечение**

Информационное обеспечение – аудио-, видео-, фото-, интернет-источники. При реализации программы каждый обучающийся обеспечен доступом к базам данных и библиотечным фондам, в том числе к электронным изданиям, Интернет-ресурсам, в соответствии с возрастными параметрами и требованиями информационной безопасности.

#### **2.1.3 Кадровое обеспечение**

Реализация образовательной программы обеспечивается высококвалифицированными педагогическими работниками образовательной организации, а также лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы из числа специалистов, направление деятельности которых соответствует направлению дополнительного образования.

Квалификация педагогических работников образовательной организации соответствует квалификационным требованиям.

## 2.2 Формы аттестации

Формы отслеживания и фиксации образовательных результатов:  
видеозапись, фото, проверка практических работ.

Формы предъявления и демонстрации образовательных результатов:  
защита индивидуальных практических работ.

### Оценочные материалы

По результатам участия ребёнка в программе формируется индивидуальная рейтинговая таблица прохождения каждого раздела. Критерии оценивания практических работ представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2. - Критерии оценивания практических работ

Критерии	Баллы
<ul style="list-style-type: none"><li>- работа выполнена самостоятельно в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов или измерений;</li><li>- научно грамотно, логично описаны наблюдения и сформулированы выводы с высказыванием собственной точки зрения;</li><li>- правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки;</li><li>- на рабочем месте соблюдена чистота;</li><li>- соблюдена техника безопасности.</li></ul>	10 баллов
<ul style="list-style-type: none"><li>- работа выполнена самостоятельно в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов или измерений;</li><li>- научно грамотно, логично описаны наблюдения и сформулированы выводы;</li><li>- правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки;</li><li>- на рабочем месте соблюдена чистота;</li><li>- соблюдена техника безопасности.</li></ul>	9 баллов
<ul style="list-style-type: none"><li>- работа выполнена самостоятельно в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов или измерений;</li><li>- научно грамотно, логично описаны наблюдения и сформулированы выводы;</li><li>- допущены исправления при выполнении записей, таблиц, рисунков;</li><li>- на рабочем месте соблюдена чистота;</li><li>- соблюдена техника безопасности.</li></ul>	8 баллов
<ul style="list-style-type: none"><li>- работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов или измерений;</li><li>- при оформлении работы допущены неточности в описании хода действий;</li><li>- сделаны неполные выводы при обобщении;</li></ul>	7 баллов

<ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки;</li> <li>- на рабочем месте соблюдена чистота;</li> <li>- соблюдена техника безопасности.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов или измерений;</li> <li>- при оформлении работы допущены неточности в описании хода действий;</li> <li>- сделаны неполные выводы при обобщении;</li> <li>- допущены исправления при выполнении записей, таблиц, рисунков;</li> <li>- на рабочем месте соблюдена чистота;</li> <li>- соблюдена техника безопасности.</li> </ul>	6 бал лов
<p>работа выполнена правильно не менее, чем на 50%, однако объём выполненной части таков, что позволяет получить верные результаты и сделать выводы по основным, принципиальным важным задачам работы; в ходе проведения измерений,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вычислений, наблюдений допускает ошибки, неточно формулирует выводы;</li> <li>- допущены исправления при выполнении записей, таблиц, рисунков;</li> <li>- на рабочем месте соблюдена чистота;</li> <li>- соблюдена техника безопасности.</li> </ul>	5 бал лов
<ul style="list-style-type: none"> <li>- работа выполнена правильно не менее, чем на 50%, но допущены в общей сложности не более двух ошибок (в подписях рисунков, в данных таблицы или схемы и т.д.), не имеющих для данной работы принципиального значения, но повлиявших на результат выполнения; допущена 1 грубая ошибка в ходе выполнения работы: в объяснении, в оформлении, в соблюдении правил техники безопасности;</li> <li>- допущены исправления при выполнении записей, таблиц, рисунков.</li> </ul>	4 бал ла
<ul style="list-style-type: none"> <li>- работа выполнена правильно менее, чем на 50%, и объём выполненной части не позволяет сделать правильные выводы;</li> <li>- допущены 2-3 грубые ошибки в ходе выполнения работы: в объяснении, в оформлении, в соблюдении правил техники безопасности;</li> <li>- на рабочем месте наблюдается беспорядок.</li> </ul>	3 бал ла
<ul style="list-style-type: none"> <li>- работа выполнена правильно не более чем на 10%; работа оформлена неправильно;</li> <li>- отсутствуют выводы.</li> </ul>	2 бал ла
<ul style="list-style-type: none"> <li>- присутствовал на занятии, но к выполнению работы не приступил.</li> </ul>	1 бал л

Таблица 3. - Критерии оценивания итоговой работы

№	Критерии оценивания	Максимальный балл
1	Структура презентации	2
2	Оформление презентации	2
3	Содержание презентации	2
4	Творческий подход	2
5	Защита презентации	2

### Методические материалы

Особенности организации образовательного процесса: очно.

Методы обучения (словесный, наглядный практический; объяснительно-иллюстративный, частично-поисковый, исследовательский, проблемный; игровой, дискуссионный, проектный и др.) и воспитания (убеждение, поощрение, упражнение, стимулирование, мотивация и др.).

Формы организации образовательного процесса: индивидуальная, индивидуально-групповая, фронтальная.

Формы организации учебного занятия- беседа, защита проектов, лекция, практическое занятие, презентация.

Педагогические технологии - технология индивидуализации обучения, технология блочно - модульного обучения, технология проектной деятельности, здоровье сберегающая технология и др.

## Список литературы

### Основная:

1. Антипова Л.В. Прикладная биотехнология. УИРС для специальности 270900: Учеб. пособие для вузов / Л.В.Антипова, И.А.Глотова, А.И.Жаринов. - СПб: ГИОРД, 2003.
2. Биотехнология высших растений [Текст]: учебник / Л. А. Лутова ; Санкт-Петербургский гос. ун-т. - Изд. 2-е, доп. и испр. - Санкт-Петербург : Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2010. – 238.
3. Биохимия: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 655500 Биотехнология / В. П. Комов, В. Н. Шведова. - 3-е изд., стер. - Москва: Дрофа, 2008. - 639 с.
4. Валиханова Г.Ж. Биотехнология растений. Алматы, Тонжик, 2005.
5. Геном, клонирование, происхождение человека / [Л. И. Корочкин, Н. К. Янковский, В. А. Гвоздев и др.]. Под общ. ред. Л. И. Корочкина. - Фрязино: Век 2, 2004. – 221.
6. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. Пер с англ. М. Мир, 2002. - 589 с.
7. Егорова Т. А. ЕЗО 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.
8. Ишмуратова М.М. Свидетельство РФ о государственной регистрации базы данных № 2022622171 от 31.08.2022. «Клональное микроразмножение *in vitro* редких и ресурсных видов растений».

### Дополнительная:

1. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология / Н.А. Белясова.- Минск: Книжный дом, 2004. - 415с.
2. Биохимия растений Автор: Красильникова Л.А., Авксентьева О.А., Жмурко В.В., Садовниченко Ю.А. Издательство: Феникс Год: 2004. – 224.
3. Биотехнология растений: культура клеток. М.ВО Агропромиздат, 1989.
4. Ботаника. Яковлев Г.П., Челомбитько В.А. СПб.: СпецЛит, СПХФА, 2001. - 680с. М.: Высшая школа, 2003. - 367 с.
5. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. М., ФБК-ПРЕСС, 1999г. Электронный учебник.
6. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе. М., ФБК-ПРЕСС, 1999
7. Бутенко Р.Г. Изолированные протопласты растений - объект и модель
8. Гистология, эмбриология, цитология: учебник / Ю. И. Афанасьев, Н. А. Юрина, Е. Ф. Котовский и др.; под ред. Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юриной. - 6-е изд., перераб. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 800 с.

9. Егоров Н.С., Самуилов В.Д. Биотехнология. Учебное пособие для вузов в 8 кн. М., Высшая школа, 1987 Электронный учебник.
10. Кони́чев, А.С., Севастьянова, Г.Н. Молекулярная биология / А.С. Кони́чев, Г.Н. Севастьянова. – М.: Академия, 2005.
11. Плакунов, В. К. Основы энзимологии [Электронный ресурс] В. К. Плакунов. - Москва : Логос, 2002. - 128 с.
12. Тасекеев, М. С. Биотехнология и экология [Текст]: обзорное исследование / М. С. Тасекеев. - Алматы : НЦ НТИ, 2008. - 125 с.
13. Теория и практика иммуноферментного анализа Авторский коллектив: А.М. Егоров, А.П. Осипов, Б.Б. Дзантиев, Е.М. Гаврилова Город: Москва. Издательство: Высшая школа Год: 1991. - 288 с.
14. Физиология растений [Текст]: учебник для студентов высших учебных заведений по агрономическим специальностям / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. - Москва : Высш. шк. : Абрис, 2011.