

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока»**

ПРИНЯТО

Ученым Советом ФГБНУ
«ФАНЦ Юго-Востока»
Протокол № 3
от 09.08.2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора ФГБНУ
«ФАНЦ Юго-Востока»
Деревягин С.С. / 
« 19 » августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина **Системы размножения растений**
Направление подготовки **35.06.01 Сельское хозяйство**
Профиль подготовки **Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений**
Квалификация (степень) выпускника **Исследователь. Преподаватель-исследователь.**
Нормативный срок обучения **4 года**
Форма обучения **Очная**

	Количество часов								
	Всего	в т.ч. по семестрам							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕТ	6			6					
Общее количество часов	216			216					
Аудиторная работа – всего, в т.ч.:	108			108					
лекции	30			30					
лабораторные									
практические	78			78					
Самостоятельная работа	108			108					
Количество рубежных контролей	x			x		x			
Форма итогового контроля	зачет			зачет					
Курсовой проект (работа)									

Разработчик: д.с.-х.н., Л.А. Эльконин

(подпись)

Саратов 2022

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Системы размножения растений» является формирование у аспирантов представления о функционировании и генетической детерминации систем репродукции сельскохозяйственных растений. При этом задачами преподавания дисциплины являются: ознакомление со строением, функционированием и генетическим контролем развития генеративных и вегетативных структур растений, ответственных за репродуктивную функцию; с влиянием условий внешней среды на функционирование репродуктивных систем растений, с использованием полученных знаний в научных исследованиях в генетике и биотехнологии растений и в практической селекции.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

Дисциплина «Системы размножения растений» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ОПОП ВО.

Дисциплина базируется на знаниях, имеющихся у аспирантов при получении высшего профессионального образования (специалитет, магистратура).

Для качественного усвоения дисциплины аспирант должен:

- знать оборудование, которое используется в настоящее время при работе с растительными клетками и правила работы с ним;
- основные задачи, которые решает клеточная биотехнология в селекции растений;
- приемы и методы получения растений-регенерантов.
- уметь работать с автоклавом, ламинаром, питательными средами, весами, микроскопами и центрифугами;
- получать стерильные клеточные культуры из различных органов и тканей растений;
- получать растения-регенеранты из различных органов и тканей растений.

Дисциплина входит в блок дисциплин по выбору, служащих для подготовки кандидатского экзамена.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе изучения дисциплины «Системы размножения растений»

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- строение, закономерности развития и генетической регуляции женских и мужских репродуктивных структур растений;
- особенности развития генеративных структур при апомиксисе;
- механизмы генетической детерминации пола и половых признаков;
- теоретические основы биологии и генетики индивидуального развития;
- возможности использования клеток и структур репродуктивных органов в селекции и генетической инженерии растений.

Уметь:

- применять знания об особенностях репродукции организмов, генетической детерминации пола и эмбриологических процессов в профессиональной деятельности;
- прогнозировать и объяснять результаты при получении генетически разнообразного потомства в ходе скрещиваний и экспериментальных исследований;
- использовать знания для решения практических задач в области селекции, и биотехнологии.

Владеть:

- терминологией и основными понятиями эмбриологии растений, биологии и генетики индивидуального развития;
- различными приемами анализа систем размножения растений;
- важнейшими методами определения способа размножения (амфимиксиса или апомиксиса).

Процесс изучения дисциплины «Системы размножения растений» направлен на формирование у аспирантов следующих компетенций:

УК-2 – способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

УК-3 – готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

ОПК-1 владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции;

ОПК-2 – владением культурой научного исследования в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;

ОПК-3 – способностью к разработке новых методов исследования и их применению в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции с учетом соблюдения авторских прав;

ПК-2 – способностью анализировать и обобщать полученные результаты и оценить их значение для теории и практики селекции;

ПК-3 – способностью использовать современные методы и научные достижения при проведении теоретических и экспериментальных исследований; способность к генерации новых идей;

4. Структура и содержание дисциплины «Системы размножения растений»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов, из них аудиторная работа – 108 ч., самостоятельная работа – 108 ч.

Таблица 1

Структура и содержание дисциплин «Системы размножения растений»

№ п/п	Тема занятия. Содержание	Аудиторная работа			Самостоятельная работа	Контроль знаний		
		Вид занятия	Форма проведения	Количество часов	Количество часов	Вид	Форма	max балл
1	2	4	5	6	7	8	9	10
1.	Вводная лекция. Общие представления о размножении цветковых растений. Классификации типов размножения. Семенное размножение. Вегетативное размножение. Половой процесс у растений. Фазы развития в жизненном цикле растений. Спорофит, гаметофит. Жизненные формы растений.	Л	Т	4	5	ТК	КЛ	
2.	Вегетативное размножение. Клоны. Естественное (специализированное, неспециализированное) и искусственное вегетативное размножение. Партикуляция. Сарментация. Надземные и подземные столоны, корневища, корневые отпрыски. Органы вегетативного размножения. Почка (строение, классификации). Выводковая почка. Луковица. Луковичка. Гемморизогенез. Эмбриодогенез.	Л	В	4	5	ТК	КЛ	
3.	Семенное размножение. Строение зерновки злаков. Строение зародыша. Покой семян. Прораствание семян. Полиэмбриония.	Л	В	2	5	ТК	КЛ	
4.	Генетический контроль детерминации пола у растений. Модификация проявления пола. Генетика развития цветка. Гены флоральной индукции, раннего и позднего перехода растений к цветению. Влияние условий внешней среды на индукцию цветения. Гены <i>Vrn</i> и <i>Rpd</i> у пшеницы. Яровизация. Гены цветковых меристем. Гомеозисные и гетерохронические мутации. Расположение органов цветка. Гипотеза	ПЗ	Т	9	5	ТК	УО	

	взаимодействия гомеозисных генов при формировании структур цветка. Особенности проявления их мутаций. Гены с MADS-боксом. Кадастровые гены.							
5.	Пыльник и мужской гаметофит. Развитие тычинки. Строение пыльника. Микроспорогенез. Функциональная роль и типы тапетума. Микрогаметогенез. Структура и типы пыльцевых зерен. Генетический контроль мейоза. Мутации предмейотических митозов. Мутанты с нарушением мейотического цикла. Синаптические гены. Мутации нарушения веретена деления. Генетические последствия мей-мутаций.	Л	В	2	5	ТК	КЛ	
6.	Семязачаток. Строение пестика, завязи, типы столбиков. Нуцеллус и интегументы. Типы семязпочек. Специализированные структуры семязчатка. Макроспорогенез. Развитие женского гаметофита. Принципы классификации типов развития зародышевого мешка. Характеристика типов. Гены отвечающие за качественные и количественные признаки макрогаметофита. Мутации макроспоро- и макрогаметогенеза.	ПЗ	Т	9	5	ТК	УО	
7.	Механизмы опыления растений и их использование в селекции и семеноводстве. Типы опыления. Аутогамия и аллогамия. Связь структуры цветка со способом опыления. Приспособления к перекрёстному опылению. Механизмы аутогамии. Клейстогамия. Управление опылением у аутогамных культур. Распространение пыльцы. Временные и климатические факторы опыления. Кастрация и искусственное опыление.	Л	Т	2	5	ТК	КЛ	
8.	Взаимодействие пыльцы и столбика. Несовместимость мужского гаметофита и пестика. Механизмы внутривидовой несовместимости мужского гаметофита и пестика. Генетика само- и перекрестной несовместимости. Ингибирование роста пыльцевых трубок. Преодоление барьера несовместимости.	ПЗ	Т	9	5	ТК	Р	
9.	Оплодотворение. Генетический контроль оплодотворения. Двойное оплодотворение и его биологическая роль. Отклонения от нормального полового процесса ди- и полиспермия, семигамия, одинарное оплодотворение. Оплодотворение полярных ядер. Особенности оплодотворения при отдаленной гибридизации. Элиминация хромосом.	Л	Т	4	5	ТК	КЛ	
10.	Эмбриогенез. Генетика эмбриогенеза. Начальные этапы эмбриогенеза. Классификация типов развития	ПЗ	Т	9	5	ТК	ПО	

	зародышей. Автономность зародыша. Особенности развития зародыша однодольных и двудольных. Полиэмбриония и причины ее возникновения. Мутанты по эмбриогенезу. Гены партеногенеза. Значение пloidности для индукции партеногенеза. Андрогенез. Данные о генетической детерминации андрогенеза.							
11.	Эндоспермогенез. Типы развития эндосперма. Биологическая роль эндосперма. Перисперм. Гены автономного развития и дефектности эндосперма. Эффект гена <i>ig</i> у кукурузы. Соотношение пloidности зародыша и эндосперма у половых и апомиктичных видов. Геномный инпринтинг. Баланс родительских геномов в эндосперме.	Л	Т	4	5	ТК	КЛ	
12.	Мужская и женская стерильность у растений. Структурная и функциональная стерильность. Гинодиеция. Генная мужская стерильность (ГМС). Наследование ГМС и использование в селекции. Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС). Спорофитные и гаметофитные типы ЦМС. Генетический контроль ЦМС. ЦМС-индуцирующие гены. Гены-восстановители фертильности. Механизмы ЦМС. ЦМС как проявление ядерно-цитоплазматического конфликта. Влияние внешней среды на проявление ЦМС. Экспериментальная индукция ЦМС. Генно-инженерные подходы для конструирования ГМС и ЦМС. Использование ЦМС в селекции. Полиморфизм типов ЦМС и его роль в селекции. Влияние ЦМС на проявление хозяйственно-ценных признаков.	ПЗ	Т	9	5	ТК	ПО	
13.	Апомиксис как способ размножения. Открытие апомиксиса у покрытосеменных растений. Исследования апомиксиса в XX веке и в настоящее время. Терминология, классификации. Факультативный и облигатный апомиксис. Диплоспория. Апаспория. Автономный и псевдогамный апомиксис.	Л	Т	2	5	ТК	КЛ	
14.	Развитие мужского и женского гаметофитов при апомиксисе. Особенности микроспорогенеза у апомиктов. Характеристика функциональности пыльцы. Особенности женского мейоза при диплоспории и апаспории. Развитие женского гаметофита. Типы зародышевых мешков. Нарушения строения яйцевого аппарата. Полигаметия. Нарушения строения центральной клетки и антипод и их последствия. Асинхронность эмбриологических процессов при апомиксисе.	Л	Т	9	5	ТК	КЛ	

15.	Эмбрио- и эндоспермогенез при апомиксисе. Формирование эндосперма при автономном и псевдогамном апомиксисе. Понятие о преждевременной эмбрионии и сингамии. Нуцеллярная и интегументальная эмбриония. Оптимальное соотношение ploидности зародыша и эндосперма. Механизмы сохранения геномного баланса у апомиктических видов. Нарушения развития эндосперма.	Л	Т	2	5	ТК	КЛ	
16.	Методы обнаружения апомиксиса. Основные диагностические признаки апомиксиса. Антморфологический метод. Цитозембриологический метод. Метод беспыльцевого режима. Близнецовый и гибридологический методы. Анализ ploидности эндосперма.	ПЗ	Т	8	5	ТК	УО	
17.	Генетический контроль апомиксиса. Гипотезы о полигенном контроле апомиксиса рецессивными генами. Гипотеза Пауэрса. Гипотезы о доминантном наследовании апомиксиса. Идентифицированные гены, контролирующие отдельные процессы апомиксиса.	Л	Т	2	6	ТК	КЛ	
18.	Эволюционное значение апомиксиса. Степень и характер распространения апомиксиса в природе. Взаимосвязь апомиктического и полового размножения. Агамные комплексы. Адаптационный потенциал апомиктов. Гипотезы об апомиксисе как тупике эволюции. Гипотеза С.С. Хохлова о прогрессивной роли апомиксиса. Гипотеза об эволюционном преимуществе равновесного состояния апо-амфимиксиса.	ПЗ	Т	8	6	ТК	ПО	
19.	Прикладные аспекты гаметофитного апомиксиса. Генетическая гетерогенность семян при апомиксисе.	Л	Т	2	8	ТК	КЛ	
20	Искусственное размножение растений. Покой семян и методы его преодоления. Черенкование. Микроразмножение в культуре <i>in vitro</i> . Андрогенез <i>in vitro</i> (андроклиния).	ПЗ	Т	8	8	ТК	Р	
	Выходной контроль					Вых	З	
	ИТОГО			108	108			

Примечание:

Условные обозначения:

Виды аудиторной работы: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие.**Формы проведения занятий:** В – лекция-визуализация, ПК – лекция-пресс-конференция (занятие пресс-конференция), Т – лекция/занятие, проводимое в традиционной форме.**Виды контроля:** ВК – входной контроль, ТК – текущий контроль.**Форма контроля:** УО – устный опрос, ПО – письменный опрос, КЛ – конспект лекции, Р – реферат, З – зачет.

5. Образовательные технологии

При реализации учебной дисциплины используются следующие формы обучения:

1) *традиционные*: лекции, семинары, практические занятия.

2) *современные интерактивные технологии*: создание проблемных ситуаций,

интерактивные лекции, дискуссии.

В образовательном процессе используются основные формы работы в виде лекций, практических и семинарских занятий. На лекциях применяются мультимедийные презентации. Семинарские занятия организованы в форме сообщений студентов, их обсуждения и дискуссий. Текущий контроль знаний организован в виде опросов, устных докладов и контрольных работ. Практические занятия организованы в форме экспериментальной работы по микроскопическому анализу особенностей строения и развития гаметофитов у амфи- и апомиктов с использованием временных и постоянных препаратов. Для более полного усвоения материала применяется разбор сложных тем, связанных с терминологией, эволюцией и генетическим контролем развитием репродуктивных структур, дискуссии.

Занятия лекционного типа по данной дисциплине составляют **36 %** аудиторных занятий.

Удельный вес интерактивных форм обучения составляет около **30%** аудиторных занятий.

6. Оценочные средства.

Вопросы контроля № 1

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Классификации типов размножения.
2. Половой процесс у растений.
3. Фазы развития в жизненном цикле растений.
4. Гены, контролирующие развития цветка. Гены флоральной индукции.
5. Гомеозисные и гетерохронические мутации.
6. Гены с МАДС-боксом. Кадастровые гены.
7. Влияние условий внешней среды на индукцию цветения. Яровизация.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Органы вегетативного размножения.
2. Эмбриогенез и гемморизогенез *in vivo* и в культуре *in vitro*.
3. Строение зерновки злаков.

Вопросы контроля № 2

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Микроспорогенез и микрогаметогенез.

2. Мутации, нарушающие мейоз, основные группы мейотических мутаций в зависимости от характера их проявления в мейозе.
3. Макроспорогенез и макрогаметогенез.
4. Типы опыления. Аутогамия и аллогамия.
5. Несовместимость мужского гаметофита и пестика. Генетика само- и перекрестной несовместимости.
6. Двойное оплодотворение и его биологическая роль.
7. Классификация типов развития зародышей. Особенности развития зародыша однодольных и двудольных.
8. Полиэмбриония и причины ее возникновения.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Строение пыльника.
2. Строение семязачатка.
3. Принципы классификации типов развития зародышевого мешка.

Вопросы контроля № 3

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Партеногенез, андрогенез.
2. Эндоспермогенез, типы развития эндосперма.
3. Гены автономного развития и дефектности эндосперма.
4. Пloidность эндосперма. Геномный инпринтинг в эндосперме.
5. Типы мужской стерильности у высших растений. Структурная и функциональная стерильность. Гинодиеция, ГМС, ЦМС.
6. Генетический контроль цитоплазматической мужской стерильности. Спорофитные и гаметофитные типы ЦМС. Влияние внешней среды на проявление ЦМС.
7. ЦМС как проявление ядерно-цитоплазматического конфликта. ЦМС-индуцирующие гены. Гены-восстановители фертильности.
8. Использование ЦМС в селекции. Полиморфизм типов ЦМС и его роль в селекции. Влияние ЦМС на проявление хозяйственно-ценных признаков.
9. Экспериментальная индукция ЦМС. Генно-инженерные подходы для конструирования ГМС и ЦМС.
10. Терминология, классификации апомиксиса.
11. Гаметофитный апомиксис. Диплоспория, апоспория.
12. Эмбрио- и эндоспермогенез при апомиксисе. Формирование эндосперма при автономном и псевдогамном апомиксисе. Пloidность зародыша и эндосперма у половых и апомиктических видов.
13. Методы обнаружения апомиксиса.
14. Генетический контроль апомиксиса. Идентифицированные гены, контролирующие отдельные процессы апомиксиса.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Взаимосвязь апомиктичного и полового размножения. Агамные комплексы.
2. Распространение апомиксиса в природе. Адаптационный потенциал апомиктов.
3. Прикладные аспекты гаметофитного апомиксиса.
4. Покой семян и методы его преодоления
5. Микроразмножение в культуре *in vitro*.
6. Андрогенез *in vitro* (андроклиния).

Вопросы выходного контроля (зачета)

1. Классификации типов размножения.
2. Естественное и искусственное вегетативное размножение растений. Органы вегетативного размножения.
3. Половой процесс у растений.
4. Фазы развития в жизненном цикле растений.
5. Цветок как орган семенного размножения. Строение тычинки и пестика. Половые формы цветка.
6. Гены, определяющие развитие цветковых меристем.
7. Генетический контроль развития органов цветка.
8. Гомеозисные гены у растений, их роль при формировании структур цветка.
9. Гены с MADS-боксом, их функция. Кадастровые гены.
10. Влияние условий внешней среды на индукцию цветения. Яровизация.
11. Строение и развитие пыльника. Микроспорогенез. Типы тетрад. Причины нарушения микроспорогенеза.
12. Развитие мужского гаметофита. Строение пыльцевого зерна.
13. Генетический контроль мейоза. Мей-мутации и их генетические последствия.
14. Типы мужской стерильности у высших растений. Структурная и функциональная стерильность. Гинодицея, ГМС, ЦМС.
15. Генетический контроль цитоплазматической мужской стерильности. Спорофитные и гаметофитные типы ЦМС. Влияние внешней среды на проявление ЦМС.
16. ЦМС как проявление ядерно-цитоплазматического конфликта. ЦМС-индуцирующие гены. Гены-восстановители фертильности.
17. Использование ЦМС в селекции. Полиморфизм типов ЦМС и его роль в селекции. Влияние ЦМС на проявление хозяйственно-ценных признаков.
18. Экспериментальная индукция ЦМС. Генно-инженерные подходы для конструирования ГМС и ЦМС.
19. Строение пестика. Связь его структуры со способом опыления растений. Разные типы столбиков. Строение завязи и семязпочки.
20. Прорастание пыльцы и рост пыльцевой трубки. Взаимодействие пыльцы и рыльца. Способы вхождения пыльцевой трубки в зародышевый мешок.
21. Механизмы внутривидовой несовместимости мужского гаметофита и пестика. Генетика само- и перекрестной несовместимости (аллели несовместимости).
22. Двойное оплодотворение и его биологическая роль. Гипотезы, объясняющие механизм движения спермиев в зародышевом мешке. Типы слияния половых клеток.

23. Особенности оплодотворения при отдаленной гибридизации. Элиминация хромосом.
24. Классификация типов развития зародышей двудольных. Особенности развития и строения зародышей однодольных.
25. Типы развития эндосперма и его биологическая роль.
26. Гены автономного развития и дефектности эндосперма. Пloidность эндосперма.
27. Соотношение пloidности зародыша и эндосперма у половых и апомиктических видов. Геномный импринтинг.
28. Покой семян и методы его преодоления
29. Определение понятия апомиксис. Терминология, классификации апомиксиса.
30. Гаметофитный апомиксис. Диплоспория, апоспория.
31. Эмбрио- и эндоспермогенез при апомиксисе. Формирование эндосперма при автономном и псевдогамном апомиксисе. Пloidность зародыша и эндосперма у половых и апомиктических видов.
32. Методы обнаружения апомиксиса.
33. Генетический контроль апомиксиса. Идентифицированные гены, контролирующие отдельные процессы апомиксиса.
34. Распространение апомиксиса у покрытосеменных. Адаптационный потенциал апомиктов.
35. Эволюционное значение апомиксиса. Взаимосвязь апомиктического и полового размножения.
36. Прикладные аспекты апомиксиса.

Темы рефератов

1. Цитоплазматическая мужская стерильность у растений как проявление ядерно-цитоплазматического конфликта.
2. Использование цитоплазматической мужской стерильности в селекции зерновых злаков.
3. Проблема пола у растений.
4. Конструирование апомиксиса у растений.
5. Генетический контроль апомиксиса.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Жимулев, И.Ф. Общая и молекулярная генетика: учеб. пособие для вузов / И.Ф. Жимулев; под ред. Е.С. Беляева, А.П. Акифьева – 3-е изд., испр. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2006.- 479с.
2. Генетика развития растений: для биологических специальностей университетов / Л.А. Лутова, Т.А. Ежова, И.Е. Додуева, М.А. Осипова / ред. С.Г. Инге-Вечтомов. СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. - 432 с.
3. Батыгина Т.Б., Васильева В.Е. Размножение растений. СПб: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2002. - 230 с.

б) дополнительная литература:

1. Лобанова Л.П. Генетика развития репродуктивных структур покрытосеменных растений (учебно-методическое пособие) [электронный ресурс]; Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. - Саратов: [б. и.], 2014. - 34 с.
2. Апомиксис в эволюции цветковых растений: Онто-и филогенетические аспекты проблемы [Текст] / А.С. Кашин, П.Г. Куприянов. - Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1993. - 194 с.
3. Ботаника с основами фитоценологии. Анатомия и морфология растений: учебник для вузов / Т.И. Серебрякова [и др.]. - Москва: Академкнига, 2007. - 543 с.
4. Кашин А.С., Шишкинская Н.А. Апомиксис: Учеб. пособие. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1999.
5. Кашин А.С. Гаметофитный апомиксис как неустойчивая система семенного размножения у цветковых. Саратов: Науч. кн., 2006. 309 с.
6. Особенности эмбриологии апомиктических злаков / О.И. Юдакова, Н.А. Шишкинская. - Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2008. - 93 с.
7. Популяционная эмбриология и апомиксис у злаков / Н.А. Шишкинская, О.И. Юдакова, В.С. Тырнов. - Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2004. - 143 с.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, Агропоиск, полнотекстовая база данных иностранных журналов Doal, поисковые системы Rambler, Yandex, Google:

- Электронная библиотека <http://elibrary.ru>
- База данных Скопус: www.scopus.com
- База данных изд-ва Springer-Nature: <http://link.springer.com>
- База данных изд-ва Elsevier: <https://www.sciencedirect.com/journal/>
- <http://ru.wikipedia.org/wiki/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий используется следующее материально-техническое обеспечение:

- метелки сорго и кукурузы, початки кукурузы;
- лабораторные приборы и оборудование: стереомикроскопы МБС-10, StereoDiscovery V.12 (Carl Zeiss), микроскоп Axioscope A1 (Carl Zeiss), весы аналитические, рН-метр, бидистиллятор, вортекс, автоклав, центрифуга MiniSpin (Eppendorf), ДНК-амплификатор MasterCycler (Eppendorf), термостат, ПЦР-бокс, ламинарный бокс;
- химические реактивы и лабораторная посуда.