

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:
Директор Биологического института
Д.С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

Генетика с основами селекции

по направлению подготовки

35.03.04 Агрономия

Направленность (профиль) подготовки:
«Агробиология»

Форма обучения
Очная

Квалификация
Бакалавр

Год приема
2023

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
А.С. Бабенко

Председатель УМК
А.Л. Борисенко

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 – Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

– ИОПК-1.1 Решает типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук

2. Задачи освоения дисциплины

- освоить понятийный аппарат и терминологию генетики и селекции;
- научиться решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов генетики и селекции;
- научиться применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой;
- научиться применять на практике базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики и селекции, о геномике, протеомике.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 5, зачет с оценкой.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Химия органическая, Ботаника, Физиология растений, Биохимия растений.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа, из которых:

– лекции: 28 ч.;

– практические занятия: 10 ч.;

– лабораторные работы: 34 ч.

в том числе практическая подготовка: 44 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Введение в генетику.

1.1 Предмет генетики. Наследственность и наследственная изменчивость как основы эволюции и селекции. Место генетики в системе естественных наук. Связь между генетикой и эволюционным учением. Методы генетики: гибридологический анализ – специфический метод генетики, математический, цитологический, биохимический и др.

Основные разделы современной генетики и их взаимосвязь. Значение генетики для развития медицины, сельского хозяйства, охраны окружающей среды. Генетика как теоретическая основа селекции.

1.2 Краткая история развития генетики. Роль отечественных ученых в развитии генетики (Кольцов Г.К., Навашин С.Г., Вавилов Н.И., Четвериков, Надсон Г.А., Филиппов С.Г., Карпеченко Г.Д., Астауров Б.Л., Дубинин Н.П., Раппопорт И.А. и др.). Перспективы развития и основные задачи современной генетики.

Тема 2. Цитологические основы наследственности.

2.1 Особенности бесполого и полового размножения. Клетка как носитель наследственной информации. Роль ядра и цитоплазмы в сохранении и передаче наследственной информации. Строение и химический состав хромосом: хроматида, хромонема, гетерохроматические и эухроматические районы хромосомы, хромомеры. Репликация хромосом. Политения. Гигантские (полигенные) хромосомы. Хромосомы типа «ламповых щеток».

2.2 Понятия о кариотипе, гаплоидном и диплоидном наборах хромосом. Поведение хромосом в митозе и мейозе. Митотический цикл и фазы митоза. Фазы мейоза, его стадии. Принципиальное различие поведения хромосом в митозе и мейозе. Гомологический смысл Митоза, мейоза и оплодотворения. Гаметогенез у животных. Спорогенез и гаметогенез у растений. Оплодотворение у животных и у растений.

Тема 3. Менделизм – дискретность в наследовании признаков.

3.1 Моногибридное скрещивание. Основы гибридологического метода: выбор объекта, отбор «чистого» материала для скрещиваний, анализ отдельных признаков, изучение потомков двух-трех поколений, применение статистического метода в генетических опытах. Генетическая символика правила записи скрещиваний и их результатов. Закономерности наследования при моногибридном скрещивании. 1-й закон Менделя – закон единообразия гибридов первого поколения, 2-й закон Менделя – закон расщепления во втором поколении. Правило «чистоты» гамет. Понятие об аллелях. Взаимодействие аллельных генов: доминирование, неполное доминирование, кодоминирование. Понятие о генотипе и фенотипе, гомозиготе и гетерозиготе. Условия для соблюдения 1 и 2 законов Менделя. Реципрокные скрещивания, бэкрессы, анализирующее скрещивание.

3.2 Дигибридное и полигибридное скрещивание. Закономерности наследования при ди- и полигибридных скрещиваниях. Принцип независимого наследования генов – 3-й закон Менделя. Общие формулы расщепления. Цитологические основы расщепления гибридов. Условия, обеспечивающие и ограничивающие проявление закона расщепления.

3.3 Генетический анализ при взаимодействии генов. Неаллельные взаимодействия генов: комплементарность, эпистаз, полимерия. Биохимические основы неаллельных взаимодействий. Плейотропное и модифицирующее действие генов.

Тема 4. Морганизм – хромосомная теория наследственности.

4.1 Хромосомное определение пола и наследование признаков, сцепленных с полом. Половые хромосомы, гомо- и гетерогаметный пол, типы хромосомного определения пола. Генетические и цитологические особенности половых хромосом. Половой хроматин. Балансовая теория определения пола. Наследование признаков, сцепленных с полом. Крисс-кросс наследование. Зависимые от пола и ограниченные полом признаки. Наследование при нерасхождении половых хромосом. Гинандроморфизм.

4.2 Сцепленное наследование и кроссинговер. Нарушение менделевской формулы дигибридного скрещивания вследствие сцепленного наследования. Изучение сцепления признаков у дрозофилы в экспериментах Т. Г. Моргана и его школы. Группы сцепления. Кроссинговер. Доказательства прохождения кроссинговера в мейозе и митозе на стадии 4-х хроматид. Цитологические доказательства кроссинговера. Двойной и множественный кроссинговер. Понятие об интерференции и коинциденции. Принципы построения

генетических карт. Митотический кроссинговер. Неравный кроссинговер. Современные представления о молекулярном механизме кроссинговера. Факторы, влияющие на частоту перекреста хромосом. Хромосомная теория наследственности Т. Моргана, ее основные положения.

Тема 5. Молекулярные механизмы генетических процессов.

5.1 Изменчивость наследственного материала. Формы изменчивости. Понятие о наследственной (генотипической) и паратипической (модификационной) изменчивости. Комбинативная и мутационная изменчивость. Паратипическая (модификационная) изменчивость. Ненаследуемая изменчивость как результат действия гена в различных условиях среды. Понятие о норме реакции фенотипа. Характеристика мутационной изменчивости. Теория мутации де Фриза. Классификация мутаций по характеру изменений фенотипа: морфологические, биохимические, физиологические мутации. Классификация мутаций по характеру изменения генотипа: генные, хромосомные, геномные, цитоплазматические. Генеративные и соматические мутации. Спонтанные и индуцированные мутации. Мутации прямые и обратные, доминантные и рецессивные. Множественный аллелизм. Генетика групп крови у человека. Молекулярный механизм генных мутаций. Замена оснований, вставки и выпадения оснований.

5.2 Хромосомные мутации: внутривхромосомные перестройки - дефишенсы, делеции, дупликации, инверсии. Межхромосомные перестройки – транслокации. Цитологические и генетические методы обнаружения хромосомных мутаций. Эффект положения гена. Понятие полиплоидии. Полиплоидные ряды. автополиплоидия. Расщепление по генотипу и фенотипу при автополиплоидии. Митоз и наследование у аллополиплоидов. Афмидиплоидия как механизм получения плодовых аллополиплоидов (опыты Г. Д. Карпеченко). Значение полиплоидов в эволюции и селекции растений и животных. Колхицин и его использование для получения полиплоидов. Анеуплоидия (гетероплоидия). Особенности митоза, образование гамет и наследование у анеуплоидов. Жизнеспособность и плодовитость анеуплоидных форм. Гаплоидия, ее использование в генетике и селекции. Индуцированный мутационный процесс. Влияние ионизирующих излучений, химических агентов, температуры и других на мутационный процесс. Мутационный процесс и эволюция. Значение генных, хромосомных и геномных мутаций в эволюции и селекции.

5.3 Генетический анализ у прокариот. Особенности микроорганизмов как объекта генетических исследований. Методы учета мутаций у микроорганизмов: клональный анализ, метод селективных сред, метод отпечатков и др. Особенности процессов, ведущих к рекомбинации у прокариот. Конъюгация у бактерий. Половой фактор, его роль. Методы генетического картирования при конъюгации. Кольцевая карта хромосомы кишечной палочки. Генетическая рекомбинация при трансформации. Трансдукция у бактерий. Использование трансформации и трансдукции для картирования генов. Представление о плаزمиде, эписомах и мигрирующих генетических элементах. Их роль в переносе генетической информации.

5.4 Молекулярные основы действия гена. Структура и функции нуклеиновых кислот. Модель ДНК, предложенная Уотсоном и Криком. Репликация ДНК. Генетический код. Свойства генетического кода. Триплетность кода. Вырожденность генетического кода. Неперекрываемость кодонов. Универсальность кода. Транскрипция и трансляция. Регуляция синтеза белка. Схема генетического контроля синтеза ферментов у бактерий. Ген-регулятор, оперон, структурные гены, промотор. Современные представления о строении и функции гена: цистроны, экзоны, интроны. Посттранскрипционные преобразования РНК у эукариот. Сплайсинг. Задачи и методы генной инженерии.

5.5 Структура гена. Представления школы Моргана о строении и функции гена. Рекомбинационный и функциональный критерий аллелизма. Формирование современных представлений о структуре гена. Ступенчатый аллеломорфизм и центровая теория гена. Псевдоаллелизм. Тонкая структура гена (работы Бензера).

5.6 Нехромосомное (цитоплазматическое) наследование. Отклонения от менделевских закономерностей как результат «цитоплазматической» локализации генов. Критерии цитоплазматического наследования. Пластидная и митохондриальная наследственность. Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС) и ее практическое использование. Наследование через инфекцию. Предредминация цитоплазмы.

5.7 Генетические основы онтогенеза. Онтогенез как реализация наследственно детерминированной программы развития. Стабильность генома и дифференциальная активность генов в ходе индивидуального развития. Опыты по трансплантации ядер. Тотипотентность ядра соматической клетки. Тканеспецифическая активность генов. Функциональные изменения хромосом в онтогенезе (пуффы, «ламповые щетки»). Регуляция трансплантации у бактерий. Оперон. Теория Жакоба и Моно о регуляции белкового синтеза по принципу обратной связи. Регуляция действия генов у прокариот и эукариот. Дискретность онтогенеза. Влияние цитоплазмы клетки, нервной и гормональной систем, внешней среды на действие генов. Экспрессивность, пенетрантность гена. Апоптоз – генетически запрограммированная смерть клетки.

Тема 6. Генетика и эволюция.

6.1 Генетические процессы в популяции. Понятие о виде и популяции. Различие в эффективности отбора в чистых линиях и популяциях. Понятие о частотах генотипов. Панмиктические перекрестно-размножающиеся популяции.

6.2 Закон и формула Харди-Вайнберга, их значение и практическое использование. Условия поддержания равновесного состояния панмиктической популяции. С. С. Четвериков как основоположник экспериментальной популяционной генетики. Генетическая гетерогенность популяций. Факторы динамики генетического состава популяции: мутационный процесс, дрейф генов, изоляция, межпопуляционные миграции, действие отбора. Типы отбора: движущий, стабилизирующий, дизруптивный.

Тема 7. Генетические основы селекции.

7.1 Селекция как наука. Предмет и методы изучения. Генетика как теоретическая основа селекции. Учение об исходном материале. Центры происхождения культурных растений по Н. И. Вавилову. Понятие о породе, сорте, штамме. Системы скрещивания в селекции растений и животных. Аутбридинг. Инбридинг. Коэффициент инбридинга – показатель степени гомозиготности организмов.

7.2 Особенности межвидовой и межродовой гибридизации: скрещиваемость, фертильность, особенности расщепления у гибридов. Пути преодоления нескрещиваемости. Явление гетерозиса и его генетические механизмы. Использование простых и двойных межлинейных гибридов в растениеводстве и животноводстве. Методы отбора. Индивидуальный и массовый отбор. Отбор по генотипу. Отбор по фенотипу. Сибселекция.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, деловых игр по темам, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет с оценкой в пятом семестре проводится в письменной форме по билетам, которые включают вопросы, проверяющие достижение индикатора ИОПК-1.1. Билет содержит теоретический вопрос и две задачи.

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Открытие Г. Менделя основных законов генетики
2. Основные термины генетики (ген, аллель, генотип, фенотип, гомозигота, гетерозигота, гемизигота)

3. Закон единообразия гибридов первого поколения Г. Менделя (пример)
4. Закон расщепления гибридов второго поколения Г. Менделя (пример)
5. Закон независимого комбинирования признаков у потомков Г. Менделя (пример)
6. Расщепление по генотипу и фенотипу при анализирующем и возвратном скрещиваниях
7. Множественный аллелизм (примеры)
8. Кодоминантный тип наследования (пример)
9. Неполное и промежуточное доминирование (примеры)
10. Плейотропное действие генов (пример)
11. Полимерное наследование (пример)
12. Комплементарное взаимодействие неаллельных генов (пример)
13. Эпистатическое взаимодействие неаллельных генов (пример)
14. Промежуточное или неполное доминирование (пример)
15. Полигибридное скрещивание (пример)
16. Сцепленное и обусловленное полом наследование
17. Системы определения пола XX и XY, ZZ и ZW
18. Прогамное определение пола
19. Эпигамное определение пола
20. Сингамное определение пола
21. Геномное определение пола
22. Аномалии по половым хромосомам
23. Сцепленное наследование
24. Признаки обусловленные полом и сцепленные с полом
25. Т. Морган и генетическое картирование хромосом
26. Исторические аспекты открытия молекулярной структуры ДНК
27. Консервативный, полуконсервативный и дисперсный способ репликации ДНК
28. Транскрипция
29. Ферменты репликации (гираза, свевилаза, хеликаза, праймаза, ДНК-полимераза, лигаза)
30. Доказательства роли ДНК, как носителя генетической информации
31. Явление трансдукции и трансформации
32. Молекулярное строение хромосом. Нуклеосомы.
33. Морфология хромосом, кариотип
34. Денверская номенклатура хромосом
35. Жизненный цикл клетки. Интерфаза и деление клетки
36. Митоз
37. Мейоз
38. Гаметогенез животных
39. Гаметогенез растений
40. Отличительные особенности митоза и мейоза
41. Виды изменчивости.
42. Ж.Б. Ламарк и Ч. Дарвин об эволюции и изменчивости
43. Модификационная изменчивость
44. Фенкопии и морфозы
45. Экспрессивность и пенетрантность гена
46. Мутационная изменчивость
47. Неоморфные, аморфные, гиперморфные, гипоморфные и антиморфные мутации
48. Соматические и генеративные мутации
49. Полиплоидия. Аллополиплоидия и автополиплоидия у растений.

50. Понятия пенетрантность, экспрессивность, нома реакции, дискордантность и конкордантность (примеры)
51. Применение методов вариационной статистики для определения наличия генотипических форм изменчивости
52. Миссенс, сейсменс, нонсенс мутации. Трансверсии, транзиции
53. Химические мутагены
54. Физические мутагены
55. Отбор в пользу гетерозигот и гомозигот (примеры)
56. Генеалогический метод в генетике
57. Генетика популяций
58. Генные мутации
59. Хромосомные мутации
60. Геномные мутации
61. Моносомии и трисомии
62. Мигрирующие генетические элементы. Опыты Б. МакКлинток на кукурузе.
63. Оперонная система регуляции генетической активности
64. Исторические аспекты изучения хромосом человека. Кариотип человека
65. Робертсоновские центрические транслокации и инверсии. Их роль в эволюции кариотипа
66. Ассиметрические, симметрические, полные и неполные транслокации
67. Наследование аутосомно-рецессивных, аутосомно-доминантных и сцепленных с полом мутаций
68. Мутации и репарация ДНК
69. Генетика рака
70. Предмет селекции
71. Центры происхождения культурных растений
72. Порода, сорт, штамм
73. Изменчивость как материал для отбора
74. Создание сорта пшеницы Безотостая-1
75. Отдаленная гибридизация
76. Значения мутаций в селекции
77. Использование мутаций в селекции растений, микроорганизмов и насекомых
78. Использование автополиплоидии в селекции
79. Использование аллополиплоидии в селекции
80. Использование анеуплоидии в селекции
81. Аутбридинг
82. Инбридинг
83. Методы преодоления нескрещиваемости
84. Использование отдаленных гибридов в селекции
85. Гетерозис
86. Межлинейные гибриды кукурузы
87. Наследуемость. Коэффициент наследуемости
88. Массовый отбор по фенотипу
89. Индивидуальный отбор по генотипу
90. Сиб-селекция.

Примеры задач:

1. Задача 1.

Требуется: Написать типы гамет, продуцируемых тетрагетерозиготным организмом, если два гена и их аллели находятся в одной паре гомологичных хромосом, а другие две пары генов – в другой. Кроссинговер отсутствует.

2. Задача 2.

Требуется: Написать типы гамет, продуцируемых тетрагетерозиготным организмом, если два гена и их аллели находятся в одной паре гомологичных хромосом, а другие две пары генов – в другой. Кроссинговер отсутствует.

3. Задача 3.

Дано: Гладкая форма семян кукурузы доминирует над морщинистой, а окрашенные семена – над неокрашенными. При скрещивании растений кукурузы с гладкими окрашенными семенами и с морщинистыми неокрашенными семенами получено следующее потомство:

4152 – гладких окрашенных,

149 – морщинистых окрашенных,

152 – гладких неокрашенных,

4166 – морщинистых неокрашенных.

Требуется: Определить тип наследования (сцепленное или независимое) и расстояние между генами, кодирующими форму и окраску семян у кукурузы.

4. Задача 4.

Дано: У томатов признак высокого роста (А) доминирует над карликовым (а), а округлая форма плода (В) доминирует над грушевидной (b). Оба гена принадлежат к одной группе сцепления. При анализирующем скрещивании получено:

38% высоких растений с округлыми плодами,

42% карликовых растений с грушевидными плодами,

10% высоких растений с грушевидными плодами,

10% карликовых растений с округлыми плодами.

Требуется: Определить расстояние между генами, кодирующими рост растения и форму плодов.

5. Задача 5.

Дано: При анализирующем скрещивании дигетерозиготы в потомстве произошло расщепление на четыре фенотипических класса в соотношении: 42,4% – AaBb, 6,9% – Aabb, 7,0% – aaBb, 43,7% – aabb.

Требуется: Как наследуются гены? Каково расстояние между ними?

6. Задача 6.

Дано: Если допустить, что гены А и В сцеплены и перекрест между ними составляет 20%, то какие гаметы и в каком количественном соотношении будут образовывать дигетерозигота?

7. Задача 7.

Дано: Расстояние между генами С и D – 4,6 морганид.

Требуется: Определить процент гамет каждого типа: CD, cd, Cd и cD, продуцируемых дигетерозиготным организмом.

8. Задача 8.

Дано: У кукурузы гладкие семена (S) доминируют над морщинистыми (s), а окрашенные (C) – над бесцветными (c).

Требуется: Гены S и C расположены в одной и той же аутосоме на расстоянии 3,6 морганид. Установить какие типы гамет и в каком соотношении будут образовываться у дигетерозиготных по этим признакам растений.

9. Задача 9.

Дано: У душистого горошка окраска цветов проявляется только при наличии двух доминантных генов А и В. Если в генотипе имеется только один доминантный ген, то окраска не развивается.

Требуется: Какое потомство F₁ и F₂ получится от скрещивания растений с генотипами AAbb и aaBB?

10. Задача 10.

Дано: Окраска цветов душистого горошка в красный цвет обусловлена двумя парами генов. Если хотя бы одна пара находится в рецессивном состоянии, то

окраска не развивается. Одновременное присутствие в генотипе обоих доминантных генов вызывает развитие окраски.

Требуется: Каков генотип растений с белыми цветами, если при их скрещивании друг с другом все растения получились красного цвета?

Результаты зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«Отлично» – полное понимание ситуации, чёткое и аргументированное обоснование предлагаемого решения, знает понятия и основные термины, понимает специфику применения методов исследования в профессиональной деятельности.

«Хорошо» – понимание ситуации и частичная аргументация предлагаемых решений, использует неполностью методы исследования, частично знает и умеет применять специальную терминологию.

«Удовлетворительно» – нет чёткого понимания ситуации и ошибки в аргументации предлагаемых решений, знает только некоторые методы исследования, ошибочно применяет специальную терминологию.

«Неудовлетворительно» – отсутствует понимание ситуации и аргументация предлагаемых решений, не знает понятия и основные термины, не понимает и не знает специфику применения методов исследования в профессиональной деятельности.

Допуск к экзамену производится при условии успешного выполнения всех контрольных работ и тестов по лекционному материалу, а также лабораторных работ в процессе текущего контроля. За каждое задание выставляется оценка по пятибалльной системе.

При проведении промежуточной аттестации оценки текущего контроля учитываются следующим образом: итоговая оценка вычисляется как среднее арифметическое значение оценок за текущий контроль и за зачет.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

б) План практических и лабораторных занятий по дисциплине.

в) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Жимулёв, И. Ф. Общая и молекулярная генетика : учеб. пособие для вузов / И. Ф. Жимулёв; под ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьева. – 4-е изд. , стер. - Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с.

2. Жученко, А. А. Генетика / А. А. Жученко, Ю. Л. Гужов, В. А. Пухальский – Москва : КолосС, 2013. – 480 с.

3. Козлов, Ю. Н. Генетика и селекция сельскохозяйственных животных / Козлов Ю. Н. , Костомахин Н. М. – Москва : КолосС, 2013. – 264 с.

4. Пухальский, В. А. Практикум по цитологии и цитогенетике растений / Пухальский В. А. , Соловьев А. А. , Бадаева Е. Д. , Юрцев В. Н. – Москва : КолосС, 2013. – 198 с.

5. Черных, Г. В. Основы цитологии и генетики : метод. указания к практическим занятиям по курсу биологии / Г. В. Черных, В. В. Глинкина; под ред. А. П. Николаева. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 39 с.

б) дополнительная литература:

1. Белецкая, Е. Я. Генетика и эволюция : словарь- справочник / авт.- сост. Белецкая Е. Я. – 3-е изд. , стер. – Москва : ФЛИНТА, 2020. – 108 с.

2. Генетика : учебник для вузов / Н. М. Макрушин, Ю. В. Плугатарь, Е. М. Макрушина [и др.] ; под редакцией д. с.-х. н. [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 432 с.
3. Генетика : учебное пособие / составитель О. В. Чухина. – Вологда : ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2014. – 66 с.
4. Генетические основы гетерозиса : монография / Л. В. Хотылева, А. В. Кильчевский, М. Н. Шаптуренко [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т генетики и цитологии. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 226 с.
5. Грязева, В. И. Генетика : методические указания / В. И. Грязева. – Пенза : ПГАУ, 2015. – 89 с.
6. Кадиев, А. К. Генетика. Наследственность и изменчивость и закономерности их реализации : учебное пособие / А. К. Кадиев. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 332 с.
7. Кадиев, А. К. Генетика. Руководство к практическим занятиям : учебное пособие для вузов / А. К. Кадиев. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 252 с.
8. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие для вузов / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютько. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 228 с.
9. Кирина, И. Б. Задачник по генетике : учебно-методическое пособие / И. Б. Кирина, Ф. Г. Белосохов, Л. В. Титова. – Воронеж : Мичуринский ГАУ, 2020. – 155 с.
10. Костерин, О. Э. Основы генетики. Ч. 2. Хромосомные перестройки, полиплоидия и анеуплоидия, мобильные генетические элементы и генетическая трансформация, генетика количественных признаков и популяционная генетика : учеб. пособие : в 2 ч. / Костерин О. Э. – Москва : Новосибирск : РИЦ НГУ, 2016. – 248 с.
11. Любимов, А. И. Генетика: практикум : учебное пособие / А. И. Любимов. – Ижевск : Ижевская ГСХА, 2021. – 108 с.
12. Синюшин, А. А. Решение задач по генетике : учебное пособие / А. А. Синюшин. – Москва : Лаборатория знаний, 2019. – 156 с.
13. Шишкина, Т. В. Генетика растений и животных : учебное пособие / Т. В. Шишкина. – Пенза : ПГАУ, 2018. – 182 с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. [Microsoft Academic Search – academic.research.microsoft.com/](https://academic.research.microsoft.com/)
2. [ScienceDirect – www.sciencedirect.com/](https://www.sciencedirect.com/)
3. [Академия Google Scholar – scholar.google.com/](https://scholar.google.com/)
4. Белорусское общество генетиков и селекционеров (БОГиС) – <http://igc.bas-net.by/bogis>
5. Вавиловский журнал генетики и селекции – <http://vigg.ru/resursy/useful/>
6. Вавиловское общество генетиков и селекционеров (ВОГиС) – <https://www.vogis.org/vogis.php?p=des7vogis>
7. Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» – <http://genetika.ru/about/>
8. Журнал «Экологическая генетика» – <http://journals.eco-vector.com/ecolgenet>
9. Институт общей генетики им. Н.И.Вавилова РАН – <http://www.vigg.ru/>
10. Научная электронная библиотека – elibrary.ru/querybox.asp
11. [Реестр российских электронных научных изданий, зарегистрированных в государственной системе «ИнформРегистр» – db.inforeg.ru/eni/vakList.asp](http://db.inforeg.ru/eni/vakList.asp)
12. Российское общество медицинских генетиков – <http://romg.org/>.

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных:

- Генетические паспорта по аллелям гордеинкодирующих локусов у сортов ячменя *Hordeum vulgare* L., используемых в Российской Федерации – <http://vigg.ru/database/rastenija/genetics-veg/test-lab/hordeum-vulgare/>
- Генетические паспорта по аллелям глиадинкодирующих локусов у сортов мягкой пшеницы *Triticum aestivum* L., используемых в Российской Федерации – <http://vigg.ru/database/rastenija/genetics-veg/test-lab/triticum-aestivum/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Лаборатории, оборудованные микроскопами.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Ильинских Николай Николаевич, доктор биологических наук, Биологический институт, кафедра экологии, природопользования и экологической инженерии, профессор.