

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ имени Н.И. ВАВИЛОВА» (ВИР)

УТВЕРЖДЕНО

Решением Ученого совета ВИР

Протокол № 19 от 24.10.2023 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор ВИР

Профессор РАН

Е.К. Хлесткина

Октябрь 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОБЩАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА

Уровень образования:	высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации
Группа научных специальностей:	1.5 Биологические науки
Научная специальность:	1.5.7 Генетика
Форма обучения:	Очная

Санкт-Петербург

2023 г.

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель дисциплины:

подготовка высококвалифицированных специалистов, способных к восприятию и использованию на практике методов геномного анализа и молекулярного маркирования, позволяющих ускорить и оптимизировать процесс селекции сельскохозяйственных культур, способных обеспечить надежное хранение разнообразия коллекции генетических ресурсов культурных растений ВИР в целях предотвращения утраты ценных аллелей с умеренным и малым фенотипическим эффектом.

1.2. Задачи дисциплины:

- сформировать у обучающихся представление о месте агробиотехнологии и молекулярной биологии растений в системе биологических наук, о ее значении, областях применения знания;
- обобщить знания о закономерностях наследственности и изменчивости, современных достижениях генетики, геномики, транскриптомики, протеомики, метаболомики и геносистематики; основах биотехнологии и генной инженерии растений и их использовании в современном растениеводстве, принципах разработки технологий по созданию новых сортов сельскохозяйственных культур;
- научить обучающихся анализировать научную литературу, свободно ориентироваться в научной информации по молекулярной биологии и агробиотехнологии растений и решать коммуникативные задачи при работе в иноязычной среде, владея английским языком профессиональной направленности на соответствующем уровне систематизировать данные, уметь излагать их в виде доклада, иллюстрируемого презентацией, профессионально используя современные компьютерные технологии для сбора, хранения, обработки, анализа и передачи научной информации в области молекулярной биологии и агробиотехнологии растений, в том числе для работы с базами данных, профессионально представлять результаты научно-исследовательских и производственно-технологических работ в области молекулярной биологии и агробиотехнологии растений в виде докладов, научных публикаций, патентов, отчетов, описания технологий и т.д.
- научить обучающихся организовывать деловую профессионально ориентированную коммуникацию в устной и письменной формах, применять современные коммуникативные технологии для академического и профессионального взаимодействия на английском языке

1.3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры:

Дисциплина «Общая и молекулярная генетика» направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена, совершенствования интеллектуальных навыков и умений для дальнейшей научно-исследовательской деятельности.

1.4. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

В результате освоения дисциплины «Общая и молекулярная генетика» аспиранты должны *знать*:

– базовые принципы технологий молекулярного маркирования полиморфизма нуклеотидной последовательности ДНК: RAPD, RFLP, AFLP, SSR, ISSR, CAPS и области их применения.

– базовые принципы структуры генома эукариот, включая основные принципы организации кодирующих последовательностей ДНК, регуляции транскрипции, основы эпигенетики;

– принципы построения генетических карт с помощью молекулярных маркеров, идентификации QTL (Quantitative Trait Loci) и клонирования генов на основе генетической карты;

– принципы и методы клонирования ДНК, использования векторов для клонирования и секвенирования генов;

уметь:

–применить методы маркер-вспомогательной селекции для молекулярно-генетического скрининга исходного материала в процессе создания нового сорта;

–построить генетическую карту на основе генотипирования популяций рекомбинантов от скрещивания родительских генотипов;

–картировать QTL, контролирующих изменчивость фенотипического признака в популяции рекомбинантов;

владеть:

–методами выделения ДНК, постановки ПЦР, конструирования праймеров, подбора рестриктаз для маркирования SNP с помощью CAPS-маркеров; методами биоинформатической обработки результатов секвенирования, в том числе, полученных с помощью секвенаторов «следующего поколения» (NextGenerationSequencing).

2. Структура и содержание дисциплины

2.1. Объем дисциплины и виды учебной деятельности:

Виды учебной деятельности	2 курс	Всего
Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего ак. часов	48	48
Лекционные занятия, ак. часов	22	22
Практические занятия, ак. часов	26	26
Промежуточная аттестация	зачет	
Самостоятельная работа обучающихся, всего ак. часов	24	24
Общая трудоемкость, ак. часов	72	72

2.2. Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности:

Наименования разделов (тем) дисциплины	Лекционные занятия, ак. часов	Практические занятия, ак. часов	Самостоятельная работа, ак. часов	Всего, ак. часов	Форма текущего контроля / промежуточной аттестации
Методы классического генетического анализа.	2	-	-	2	Устный опрос
Молекулярные носители наследственности	4	-	4	8	Устный опрос
Основные методы и подходы молекулярной генетики.	4	12	4	20	Устный опрос, контроль выполнения практической работы
Маркер-вспомогательная селекция у растений.	4	-	4	8	Устный опрос
Функциональная геномика	2	-	4	6	Устный опрос
Основы эпигенетики.	2	4	4	10	Устный опрос

Технологии на основе культуры <i>in vitro</i>	4	10	4	18	Устный опрос
Промежуточная аттестация					зачет
Итого	22	26	24	72	

2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины:

Наименования разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины
Методы классического генетического анализа.	Моногенные различия. Типы взаимодействия аллелей. Типы наследования. Полигенные различия. Взаимодействие генов. Сцепленное наследование, кроссинговер и генетическая интерференция
Молекулярные носители наследственности	Структура ДНК и РНК, репликация ДНК, транскрипция, процессинг РНК, трансляция. Регуляция транскрипции. Мини- и микросателлиты, SNP, подвижные генетические элементы эукариот. Ретротранспозоны.
Основные методы и подходы молекулярной генетики.	Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Свойства Taq-ДНК-полимеразы. Факторы, влияющие на точность синтеза ДНК и возможности ее повышения. Принципы конструирования праймеров. Секвенирование ДНК. Базы данных нуклеотидных и аминокислотных последовательностей. Биоинформационные технологии. Принципы основных методов молекулярного маркирования: RAPD, RFLP, AFLP, SSR, ISSR, CAPS и области их применения
Маркер-вспомогательная селекция у растений.	Использование молекулярных маркеров в генетике и селекции. Принцип построения генетических карт и клонирования генов на основе генетической карты. Принципы картирования QTL - генетических локусов, влияющих на изменчивость фенотипических признаков. Понятие неравновесия по сцеплению, принципы ассоциативного картирования QTL
Функциональная геномика.	Термостабильные ДНК-полимеразы. РНК-зависимые ДНК-полимеразы (обратные транскриптазы). Методы анализа уровня экспрессии генов: ПЦР в реальном времени. кДНК-чип технологии. Понятия транскриптомики и протеомики.
Основы эпигенетики.	Метилирование, ацетилирование, Эпигенетические явления: импринтинг, эффект положения, особенности структурно-функциональной организации хроматина определенных хромосомных локусов, влияющие на экспрессию генов, интерференция РНК.
Технологии на основе культуры <i>in vitro</i>	Ускоренное клональное микроразмножение растений, получение безвирусных растений, эмбриокультура и оплодотворение <i>in vitro</i> , антерные культуры – культуры пыльников и пыльцы для получения гаплоидов и дигаплоидов, клеточный мутагенез и селекция, соматическая гибридизация на основе слияния растительных протопластов, конструирование клеток путем введения различных клеточных органелл, генетическая трансформация на хромосомном и геномных уровнях

3. Текущий контроль и промежуточная аттестация по дисциплине. Оценочные материалы

3.1. *Формы текущего контроля:*

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляется на протяжении семестра в ходе проведения семинарских занятий. Текущая самостоятельная работа аспиранта направлена на углубление и закрепление полученных знаний, а также развитие практических навыков по поиску, анализу и структурированию необходимой информации.

3.2. *Форма промежуточной аттестации:*

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

3.3. *Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине:*

Оценочные материалы для текущего контроля:

Текущий контроль проходит в форме интерактивных опросов.

Примеры тем для устного опроса:

1. Классический генетический анализ
2. Молекулярные носители наследственности
3. Методы и подходы молекулярной генетики
4. Маркер-вспомогательная селекция у растений
5. Функциональная геномика
6. Методы генной инженерии

Оценочные материалы для промежуточной аттестации:

Пример вопросов (билетов) для подготовки к зачету:

1. Опишите структуру генов у эукариот.
2. Что такое тандемные повторы в последовательности ДНК, мини - и микросателлиты, ДНК – фингерпринтинг?
3. Подвижные генетические элементы эукариот. Ретротранспозоны.
4. Геномы органелл эукариот: ДНК митохондрий и хлоропластов. Маркирование нуклеотидного полиморфизма хлоропластного и митохондриального генома. Особенности наследования митохондриальной и хлоропластной ДНК у разных видов растений
5. Структура и функции РНК. Как происходит регуляция транскрипции у эукариот. Цис- и транс- факторы транскрипции. Альтернативный сплайсинг.
6. Биосинтез ДНК на РНК-матрице (обратная транскрипция). Процедура проведения полимеразно-цепной реакции в реальном времени (Real-TimePCR).
7. Явления сцепления генов. Расщепление в потомстве при сцеплении генов. Выявление групп сцеплений с помощью молекулярных маркеров.
8. Опишите принцип действия молекулярных маркеров Опишите принцип действия молекулярных маркеров RAPD (случайно амплифицированные полиморфные фрагменты ДНК), AFLP (полиморфизм длин избирательно амплифицированных рестрикционных фрагментов), RFLP (полиморфизм длин рестрикционных фрагментов)
9. Как разрабатываются CAPS маркеры (Cleavage Amplified Polymorphic Segments)?
10. Генетические карты хромосом. Основные положения хромосомной теории наследственности. Кроссинговер. Величина перекреста и линейная дискретность хромосом. Одинарный и множественные перекресты.

11. Группы сцепления. Определение групп сцепления. Генетические и цитологические карты хромосом. Каким образом с помощью молекулярных маркеров осуществляется построение генетических карт и выделение генов на основе генетической карты (map-based gene isolation)? Приведите примеры опубликованных карт для видов сельскохозяйственных растений.
12. В чем заключается принцип картирования QTL (Quantitative Trait Loci)?
13. Что такое «маркер-вспомогательная селекция» (Marker Assisted Selection). Приведите примеры из опубликованных данных для видов сельскохозяйственных растений.
14. В чем заключаются особенности структурной и функциональной геномики. Что такое EST (Expressed Sequence Tags), в чем заключается процедура создания EST?
15. Что такое транскриптомный анализ? Каковы его принципы и возможности? В чем заключается принцип ДНК-чип технологий?

3.4. Результаты промежуточной аттестации определяются оценками «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» означает успешное прохождение промежуточной аттестации по дисциплине.

Критерии оценки для проведения текущего контроля и зачета по дисциплине

Зачтено	Теоретическое содержание дисциплины освоено, сформированы необходимые компетенции согласно учебному плану и образовательной программе, большая часть предусмотренных рабочей программой дисциплины заданий выполнена. Аспирантом проводилась самостоятельная работа с материалами по дисциплине.
Не зачтено	Теоретическое содержание дисциплины не освоено, необходимые компетенции не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины заданий не выполнено, либо выполнено не качественно, дополнительная самостоятельная работа по курсу аспирантом не проводилась.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

4.1. Перечень основной литературы:

1. Bock R. Plastid biotechnology: prospects for herbicide and insect resistance, metabolic engineering and molecular farming. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 18, 100–106. 2007.
2. Buckler E.S., Thornsberry J.M. Plant molecular diversity and applications to genomics // *Current Opinion in Plant Biology*. – 2002. – V.5. – P.107-111.
3. *Cell and Molecular Biology of Plastids*. (R. Bock, Ed.), *Topics Curr. Genet.*, 19, 2007.
4. Dafny-Yelin M., Levy A., Tzfira T. The ongoing saga of Agrobacterium–host interactions. *Trends Plant Sci.*, 13, 102-105. 2008.
5. Dale J.W., von Schantz M. *From Genes to Genomes: Concepts and Applications of DNA Technology*. 2002 John Wiley & Sons, Ltd.
6. Daniell H., Khan M.S., Allison L. Milestones in chloroplast genetic engineering: an environmentally friendly era in biotechnology. *Trends Plant Sci.*, 7, 84-91. 2002.
7. *Functional Organization of the Plant Nucleus*. (I. Meier, Ed.), Springer, 2009.
8. *Handbook of Maize. Genetics and Genomics*. (Bennetzen J.L., Hake S. Eds.) Springer, 2009.
9. Jansen R.A., Nap J.P. Genetical genomics: the added value from segregation // *Trends Genet.* – 2001. – V.17. – P. 388-391.
10. Neumann K.-H., Kumar A., Imani J. *Plant Cell and Tissue Culture - A Tool in Biotechnology. Basics and Application*. Springer, 2009.
11. *Plant Gene Transfer and Expression Protocols*. *Methods Mol. Biol.*, 49, (H. Jones Ed.) Humana Press Inc
12. Primrose S.B, Twyman R.M., Old R.W. *Principles of Gene Manipulation: Sixth Edition*

13. The Chloroplast. Interactions with the Environment. (Sandelius A.S., Aronsson H., Tzfira T., Citovsky V. Agrobacterium-mediated genetic transformation of plants: biology and biotechnology. Curr. Opin. Biotechnol., 17, 147–154. 2006
14. Антонов А.С. Основы геносистематики высших растений / А.С. Антонов. – 2000. - М.: Наука/Интерпериодика. – 136 с.
15. Гвоздев В.А. Механизмы регуляции активности генов в процессе транскрипции/ В.А. Гвоздев // Соросовский Образовательный Журнал. - 1996. - № 2. - С. 22-31.
16. И.Ф. Жимулев. Общая и молекулярная генетика. Сибирское университетское издательство. Новосибирск. 2003.
17. Инге-Вечтомов С.Г. Введение в молекулярную генетику. М.: Высш.шк., 1983
18. Коницев А.С., Севастьянова Г.А. Молекулярная биология. М.: Академия, 2005.
19. Льюин Б. Гены. М.: Мир, 1987.
20. Патрушев Л.И. Экспрессия генов // М.: Наука. 2000. 830 С.
21. Пташне М. Переключение генов. Регуляция генной активности и фаг. М.: Мир, 1989.
22. Ридли М. Геном. –2008. – М.: Эксмо. 432 стр.
23. Сингер М., Берг П. Гены и геномы: В 2-х т. Т. 1// М.: Мир.1998. – 373 .
24. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике / В.М. Шмидт - Л.: Изд-во Ленингр. Ун-та. - 1984. - 288 с.

4.2. Перечень дополнительной литературы:

25. Baneyx F. (1999) Recombinant protein expression in Escherichia coli. Curr. Opin. Biotechnol. 10, 411–421.
26. E. coli Gene Expression Protocols. Methods Mol. Biol., vol. 205, (Vaillancourt P.E. Ed.) Humana Press Inc., Totowa, NJ, 2002.
27. E. coli Plasmid Vectors (Casali N. and Preston A. Eds.) Methods Mol. Biol., Vol. 235, Humana Press Inc., Totowa, NJ
28. Enzymes of Molecular Biology. Methods Mol. Biol., Vol 16. Humana Press Inc., Totowa, NJ, 1993.
29. PCR Methods in Foods. (J. Maurer, ed.). Springer, 2006
30. PCR Primer Design. Methods Mol. Biol., vol. 402, (Yuryev A. Ed.), Humana Press Inc., Totowa, NJ, 2007.
31. Recombinant Gene Expression: Reviews and Protocols, Second Edition (P. Balbás and A. Lorence, Eds) Methods in Molecular Biology, vol. 267: Humana Press Inc., 2004.
32. van Pelt-Verkuil E., van Belkum A., Hays J.P. Principles and Technical Aspects of PCR Amplification. Springer. 2008.
33. Wong D.W.S. The ABCs of Gene Cloning. 2006. Springer.
34. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии: Молекулярное клонирование. Пер. с англ. - М.: Мир, 1984

4.3. Перечень современных профессиональных баз данных и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

№ п/п	Название информационного ресурса	Электронный адрес	Описание
1	Фундаментальная библиотека СПбГЛТУ	http://85.249.46.222/cgi-bin/irbis64r_01/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS	Можно производить поиск и подбор научно и методической литературы

2	«eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА»	http://elibrary.ru/defaultx.asp	Ресурс представляет собой базу данных авторов и их публикаций. Позволяет приобретать и просматривать в бесплатном режиме отдельные публикации.
3	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru/ru/s3/s331/s122/d1315/d13153295/	
4	Информационный портал Polpred.com	http://polpred.com/news/	Обзор СМИ. Архив пополняется вручную, ежедневно до тысячи новостей, полные тексты.
5	«Электронно-библиотечная система «Лань»	http://e.lanbook.com/	Позволяет производить поиск по тематическим рубрикам и свободно просматривать, или приобретать возможность просматривать электронные версии научных изданий.
6	twirpx	http://www.twirpx.com/files/forest/forestry/#group_1043	Есть доступ к электронным документам статей и книг по лесному профилю
7	Библиотека «Альдебаран»	http://lib.aldebaran.ru/genre/science_root/	В библиотеке размещено большое количество различной литературы.
8	Национальная библиотека Чувашской Республики	http://nbchr.ru/index.php?option=com_irbis&Itemid=300	В свободном доступе размещены каталоги библиотеки
9	Университетская библиотека ONLINE	http://biblioclub.ru/	Есть доступ к научно-образовательной литературе
10	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/library	Электронный каталог литературы
11	Электронная библиотека Томского государственного университета	http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index	Есть доступ к полным текстам научно-образовательной литературы

5. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

5.1. Материально-техническое обеспечение:

Вид аудитории	Технические средства и оборудование
<p>Аудитория (лабораторный комплекс) для проведения практических (лабораторных) занятий Лаборатория постгеномных исследований</p>	<p>Весы ВК-1500 Масса-К (НПВ 1500г. дискретность 0,02 внешняя калибровка 2 класс, платформа 136*162 мм) - 1 шт. Весы CE224-C (220г/0,01г, 0,1мг/1мг, класс точности 1, встроенная калибровка) – 1 шт.; Система водоочистительная лабораторная Synergy, Millipore Франция – 1 шт.; Анализатор генетический Applied Biosystems 3500, вариант: исполнения: Applied Biosystems 3500, Thermo Fisher Scientific (Applied Biosystems) – 1 шт.; Камера для горизонтального электрофореза (150*150 мм), в комплекте – 3 шт.; Источник питания для лабораторий PowerPac Basic Power Supply 041BR303953 – 3 шт.; Гребенки для электрофоретических камер – 8 шт. в ассортименте; Система гель-документирования Gel Doc XR+ - 1 шт.; Трансиллюминатор ECX – F20.L– 1 шт.; Вортекс Multi Vortex V-32 – 2 шт.; Аквадистиллятор ДЭ-4М – 1 шт.; Спектрофотометр NanoDrop OneC – 1 шт.; Генетический анализатор (Амплификатор T-100 BioRad - 3 шт.; Термоциклер CFX96, Bio-Rad (амплификатор с детекцией в режиме реального времени) – 1 шт.; ПЦР-бокс – 1 шт.; Центрифуга Multi-spin FV-2400 – 2 шт.; Высокоскоростная мини-центрифуга Microspin 12 – 1 шт.; Центрифуга 5424R для микропробирок, с охлаждением, 15000 об/мин, 21130 g, Eppendorf, - 1 шт.; Центрифуга–вортекс для ПЦР планшетов CVP-2 – 1 шт.; Диспергатор универсальный IKA Ultra Turrax Tube Drive с комплектом бус (стеклянные, металлические) – 1 шт.; Микроволновая печь DEXP B25BSDWG – 1 шт.; Термостат твердотельный типа “Драй-блок” –2 шт.; Вертикальный низкотемпературный холодильник Innova-U101 – 1 шт.; Морозильник ATLANT M 7203-100 – 2 шт.; Холодильник ATLANT XM 4208-000– 1 шт.; Генератор льда Hurakan HKN-GB20 – 1 шт.; Дезар-Кронт-802 настенный облучатель рециркулятор бактерицидный – 2 шт.; Бактерицидный облучатель Доктор Ультрафиолет 20 м ЕСО – 2 шт.;</p>

	<p>Дозаторы пипеточные, одноканальные 1-10 мкл, "Блэк"- 4 шт.;</p> <p>Дозаторы пипеточные, одноканальные 2-20 мкл, "Блэк" – 4 шт.;</p> <p>Дозаторы пипеточные, одноканальные 10-100 мкл, "Блэк" – 2 шт.;</p> <p>Дозаторы пипеточные, одноканальные 20-200 мкл, "Блэк" – 4 шт.;</p> <p>Дозаторы пипеточные, одноканальные 100-1000 мкл, "Блэк" – 4 шт.;</p> <p>Дозаторы пипеточные, восьмиканальные 5-50 мкл, "Блэк" – 1 шт.;</p> <p>Подставка для пипеток на 5 мест. – 4 шт.;</p> <p>Штатив для пробирок в ассортименте – 5 шт.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, самостоятельной работы</p>	<p>Проектор, укомплектован специализированной мебелью и техническими средствами обучения, для представления учебной информации большой аудитории</p> <p>Ноутбук с доступом к информационно-телекоммуникационной сети Интернет - 15 шт.</p>

5.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения:

Комплект лицензионного программного обеспечения: MS Windows 10 Лицензия № 66236852, MS Office 2016 Лицензия № 66236852.

В учебном процессе допускается применение онлайн-платформ Толк. Курс включает использование программного обеспечения Microsoft Excel, Microsoft Word, Microsoft Power Point для подготовки текстового и табличного материала, графических иллюстраций. Методы обучения предполагают использование информационных технологий (компьютерное тестирование, демонстрация мультимедийных материалов). Задействованы Интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые 30 системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии, справочники, библиотеки, электронные учебные и учебно-методические материалы).