

# **Программа вступительного экзамена по образовательной программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

## **06.06.00 Биологические науки,**

### **научная специальность 1.5.7 Генетика**

#### **1. Общие требования к соискателям, поступающим в аспирантуру**

Аспирантура – самостоятельный уровень высшего образования, нацеленный на подготовку специалистов высшей квалификации. К поступлению в аспирантуру допускаются лица, имеющие диплом (степень) магистра или специалиста.

Вступительный экзамен в аспирантуру по специальности сдается в объеме вузовской программы профилирующего предмета. Поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать глубокие знания содержания теоретических дисциплин программного вузовского обучения, иметь представление о фундаментальных исследованиях в избранной области, ориентироваться в проблематике дискуссий, современных представлений и критических взглядов ведущих ученых по затрагиваемым вопросам, уметь логично излагать материал, показать навыки владения понятийно-исследовательским аппаратом применительно к области специализации

#### **2. Содержание программы**

##### **Вопросы вступительного экзамена**

1. Закономерности наследования, открытые Г. Менделем. Представление Г. Менделя о дискретной наследственности. Представление об аллелях и их взаимодействиях. Анализирующее скрещивание.

2. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот. Структура ДНК и РНК. Функции нуклеиновых кислот в реализации генетической информации.

3. Генетический код и его свойства. Мутации, связанные с нарушениями генетического кода. Классификация мутаций. Плейотропное действие генов. Пенетрантность и экспрессивность.

4. Строение хромосом. Кариотип. Митотический цикл и фазы митоза. Изменения в организации морфологии хромосом в ходе митоза и мейоза. Репродукция хромосом.

5. Молекулярная организация хромосом прокариот и эукариот. Компоненты хроматина: ДНК, РНК, гистоны, другие белки. Уровни упаковки хроматина, нуклеосомы. Эухроматин и гетерохроматин.

6. ДНК-основной материальный носитель наследственности. Химический состав и видовая специфичность ДНК. Модель ДНК Уотсона и Крика. Репликация ДНК и ее типы. Ферменты репликации.

7. Биосинтез белка. Регуляция белкового синтеза.

8. Строение гена эукариот: экзоны, интроны. Посттранскрипционные преобразования и-РНК у эукариот (процессинг, сплайсинг).

9. Понятие о генных векторах. Способы получения рекомбинантной ДНК, методы клонирования генов. Прямые методы переноса генов (микроинъекция, электропорация, биобаллистика, с помощью липосом и т.д.). Использование Ti-плазмид *Agrobacterium tumefaciens* в качестве векторов в генной инженерии растений. Достижения в области трансгеноза у растений.

10. Представление об аллелях и их взаимодействиях. Относительный характер доминирования. Возможные биохимические механизмы доминирования. Неаллельные взаимодействия: комплементарность, эпистаз, полимерия. Биохимические основы неаллельных взаимодействий.

11. Типы доминирования. Закон единообразия гибридов первого поколения. Закон чистоты гамет. Закон расщепления гибридов. Реципрокные, возвратные и анализирующие скрещивания.

12. Основные закономерности наследования, вытекающие из работ Г. Менделя для дальнейшего развития генетики и научно-обоснованной теории селекции. Условия осуществления менделевских закономерностей.

13. Закон независимого комбинирования генов. Общая формула расщеплений при независимом наследовании. Значение мейоза в осуществлении законов чистоты гамет и независимого наследования признаков. Закономерности наследования в ди- и полигибридных скрещиваниях. Статистический характер расщеплений. Условия осуществления «менделевских» расщеплений. Отклонения от «менделевских» расщеплений при ди- и полигенном контроле признаков.

14. Количественные признаки. Полигенная концепция генетического контроля количественных признаков К.Мазера. Современное представление о системах генетического контроля количественных признаков. QTL. Полногеномный анализ ассоциаций.

15. Структура фенотипической вариации, описывающей количественный признак. Наследуемость количественных признаков ( $h^2$ ) как свойство признака и популяции. Коэффициент наследуемости ( $h^2$ ), методы его оценки и использование для характеристики признака и прогноза ожидаемого ответа на селекционное давление.

16. Наследование признаков при взаимодействии генов. Типы взаимодействия генов: комплементарность, эпистаз, полимерия. Гены-модификаторы, гены-супрессоры. Особенности наследования количественных

признаков. Трансгрессия. Влияние внешних условий на проявление действия гена. Пенетрантность и экспрессивность.

17. Доказательства участия хромосом в передаче наследственной информации. Основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана.

18. Половые хромосомы. Наследование признаков, сцепленных с полом. Значение реципрокных скрещиваний для изучения сцепленных с полом признаков. Хромосомное определение пола. Пол и половые хромосомы у растений. Влияние факторов внутренней и внешней среды на развитие признаков пола. Экспериментальное изменение соотношения полов и получение особей нужного пола.

19. Наследование признаков, сцепленных с полом. Наследование признаков при нерасхождении половых хромосом. Наследование ограниченных полом и зависимых от пола признаков. Практическое использование в сельском хозяйстве сцепленного с полом наследования.

20. Кроссинговер. Механизм кроссинговера. Величина перекреста и линейное расположение генов в хромосоме. Одинарный и множественный перекрест. Интерференция. Цитологические доказательства кроссинговера. Неравный кроссинговер. Митотический кроссинговер. Факторы, влияющие на кроссинговер.

21. Генетические карты, принцип их построения у эукариот. Соотношение кроссоверной и молекулярной карт генов. Построение физических карт хромосом с помощью методов молекулярной биологии.

22. Представление о плаزمиде, эписомах и мобильных генетических элементах (инсерционные последовательности, транспозоны) прокариот. Плазмидное наследование. Свойства плазмид. Использование плазмид в генетических исследованиях.

23. Рекомбинация. Доказательство механизма общей рекомбинации по схеме «разрыв-воссоединение». Молекулярная модель рекомбинации по Холлидею. Сайт-специфическая рекомбинация. Генетический контроль и механизмы процессов транспозиции.

24. Закономерности нехромосомного наследования. Материнский эффект цитоплазмы. Пластидная и митохондриальная наследственность. Взаимодействие ядерных и внеядерных генов. Цитоплазматическая мужская стерильность у растений.

25. Отбор. Формы естественного отбора: стабилизирующий, дизруптивный, движущий. Формы искусственного отбора: по фенотипу, по генотипу, линейная и семейная селекция. Селекция по нескольким признакам одновременно, генетическая корреляция.

26. Типы изменчивости. Модификационная (паратипическая) изменчивость. Формирование признаков как результатов взаимодействия генотипа и факторов среды. Норма реакции генотипа. Наследственная изменчивость, ее типы. Комбинационная изменчивость, механизмы ее возникновения, роль в эволюции и селекции. Мутационная изменчивость. Мутации как исходный материал эволюции. Основные положения мутационной теории Де Фриза. Естественный мутагенез. Влияние генотипа и физиологического состояния на спонтанную мутабельность.

27. Популяция. Генетическая структура популяции. Генетическое равновесие Харди-Вайнберга. Факторы, нарушающие генетическое равновесие, последствия и значение для эволюции. Комбинативная изменчивость, механизм ее возникновения, роль в эволюции и селекции.

28. Геномные изменения: полиплоидия, анеуплоидия. Аллополиплоиды. Амфидиплоидия как механизм возникновения плодовитых аллополиплоидов. Особенности мейоза и образования гамет у анеуплоидов, их жизнеспособность и плодовитость.

29. Хромосомные перестройки. Механизмы их возникновения, использование в генетическом анализе для локализации отдельных генов и составления генетических карт. Особенности мейоза при различных типах перестроек.

30. Основные типы мутаций и принципы их классификации. Классификация мутаций по действию на структуры клетки. Геномные мутации. Хромосомные aberrации: транслокации, инверсии, делеции, дубликации, транспозиции. Механизмы возникновения хромосомных aberrаций. Эффект положения гена.

31. Классификация генных мутаций. Общая характеристика молекулярной природы возникновения генных мутаций. Роль мобильных генетических элементов в возникновении генных мутаций и хромосомных перестроек. Химический мутагенез. Особенности мутагенного действия химических агентов. Факторы, модифицирующие мутационный процесс.

32. Индуцированный мутагенез. Понятие о мутагенах и их классификация. Виды, способы воздействия и дозировки основных мутагенов. Факторы, влияющие на частоту спонтанных и индуцированных мутаций.

33. Репарация повреждений генетического материала. Темновая репарация и фотореактивация.

34. Ген как единица функции. Перекрытие генов в одном участке ДНК. Молекулярно-генетические подходы в исследовании тонкого строения генов. Интрон-экзонная организация генов эукариот, альтернативный сплайсинг.

Структурная организация генома эукариот. Семейства генов. Псевдогены. Проблемы происхождения и молекулярной эволюции генов.

35. Структурная организация генома эукариот. Регуляторные элементы генома. Повторяющиеся элементы генома. Мобильные элементы генома. Классификация и биологическая роль. Политенные хромосомы дрозофилы как модельный объект генетических исследований.

36. Молекулярные механизмы регуляции действия генов. Принципы негативного и позитивного контроля. Оперонные системы регуляции (теория Жакоба и Моно). Генетический анализ лактозного оперона.

37. Молекулярные механизмы регуляции действия генов. Регуляторная область гена. Регуляция транскрипции у эукариот. Транскрипционно активный хроматин. Регуляторная роль гистонов, негистоновых белков, гормонов. Посттранскрипционный уровень регуляции синтеза белков.

38. Рекомбинация: гомологический кроссинговер, сайт-специфическая рекомбинация, транспозиции. Генная конверсия.

39. Генетический контроль и молекулярные механизмы репликации. Генетический контроль мутационного процесса. Связь мутабельности с функциями аппарата репликации. Механизмы спонтанного мутагенеза.

40. Основы генетической инженерии: трансформация клеток высших организмов, введение генов в зародышевые и соматические клетки. Получение трансгенных организмов.

41. Понятие о структурной, функциональной и эволюционной геномике. Молекулярно-генетические методы картирования генома. Локализация генов с помощью гибридизации нуклеиновых кислот

42. Структурная организация генома эукариот. Семейства генов. Псевдогены. Проблемы происхождения и молекулярной эволюции генов.

43. Молекулярно-генетические основы эволюции. Задачи геносистематики. Значение генетики популяций для медицинской генетики, селекции, решения проблем сохранения генофонда и биологического разнообразия.

44. Понятие о полиплоидии. Роль полиплоидии в эволюции и селекции. Митотическая, зиготическая и мейотическая полиплоидия. Колхицин и его использование для получения полиплоидов.

45. Автополиплоидия. Особенности мейоза и характер расщепления у тетраплоидных форм при моно- и дигибридном скрещивании. Триплоиды. Использование автополиплоидов в селекции растений. Понятие генома и аллополиплоидии. Типы аллоплоидов. Работы Г.Д. Карпеченко по созданию *Raphanobrassica*. Роль амфиплоидии в восстановлении плодовитости отдаленных гибридов. Синтез и ресинтез видов. Роль аллополиплоидии в эволюции и селекции

растений. Получение и использование ржано-пшеничных амфидиплоидов – тритикале.

46. Анеуплоидия. Типы анеуплоидов. Механизм возникновения анеуплоидов. Значение анеуплоидов для генетических исследований. Получение дополненных и замещенных линий и их практическое использование. Гаплоидия. Методы экспериментального получения гаплоидов. Использование гаплоидии в генетике и селекции.

47. Понятие об отдаленной гибридизации. Межвидовые и межродовые гибриды. Значение работ И.В. Мичурина для теории и практики отдаленной гибридизации. Использование полиплоидии и мутагенных факторов для преодоления нескрещиваемости. Бесплодие отдаленных гибридов, его причины и способы преодоления. Особенности формы образования в потомстве отдаленных гибридов. Интрогрессия генетического материала при отдаленной гибридизации. Системы самонесовместимости у высших растений. Использование несовместимости в селекции растений.

48. Инбридинг (инцухт). Генетическая сущность инбридинга. Последствия инбридинга у перекрестноопыляющихся культур. Инбредный минимум. Характеристика инцухт-линий и их практическое использование. Установление равновесия в различных ситуациях с инбридингом.

49. Явление гетерозиса. Типы гетерозиса. Теории гетерозиса: доминирование, сверхдоминирование, генетического баланса компенсационных факторов. Практическое использование гетерозиса у различных сельскохозяйственных растений.

50. Множественный аллелизм. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости (Н.И.Вавилов). Значение наследственной изменчивости организмов для селекционного процесса и эволюции. Центры происхождения культурных растений по Н.И.Вавилову. Понятие о породе, сорте, штамме. Сохранение генофонда ценных культурных и диких форм растений и животных.

### **Рекомендуемая литература**

1. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика: В 3 т. М.: Мир. 1987-1988. Т.1 – 295 с. Т.2 – 368 с. Т.3 – 335 с.
2. Алиханян С.И., Акифьев А.П., Чернин Л.С. Общая генетика. М.: Высш. шк. 1985. – 446 с.
3. Гершензон С.М. Основы современной генетики. Киев: Наук. думка. 1983. – 558 с.

4. Гершкович И. Генетика. М.: Наука. 1968. – 698 с.
5. Дубинин Н.П. Генетика. Кишинев: Штиинца. 1985. – 533 с.
6. Дубинин Н.П. Избранные труды: В 4 т. М.: Наука. Т. 1: Проблемы гена и эволюции. 2000. 545 с. Т. 2: Радиационный и химический мутагенез. 2000. – 465 с.
7. Жимулёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика: Учеб. пособие – 2-ое издание. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во. 2003. – 479 с.
8. Жимулёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика: Учеб. пособие – 3-е издание. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во. 2006. – 478 с.
9. Жученко А.А., Гужов Ю.Л. и др. Генетика. М.: КолосС, 2003, 2004, 2006. – 480 с.
10. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. М.: Высш. шк., 2010. – 740 с.
11. Кайданов Л.З. Генетика популяций. М.: Высш. шк.. 1996. – 320 с.
12. Картель Н.А., Макеева Е.Н., Мезенко А.М. Генетика: Энциклопедический словарь. Минск: Тэхналогія. 1999. – 447 с.
13. Лобашев М.Е. Генетика. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та. 1967. – 751 с.
14. Лутова Л.А., Проворов Н.А., Тиходеёв О.Н. Генетика развития растений. СПб.: Наука, 2000. – 539 с.
15. Льюин Б. Гены. М.: Мир. 1987. – 544 с.
16. Мюнтцинг А. Генетика. М.: Мир. 1967. – 600 с.
17. Натали В.Ф. Основные вопросы генетики. М.: Просвещение. 1967. – 207 с.
18. Основы цитогенетики человека / Под. ред. А.А. Прокофьевой–Бельговской. М.: Медицина. 1969. – 544 с.
19. Пухальский В.А. Введение в генетику: Учебное пособие, М.: Инфра-М, 2015. – 224 с.
20. Рокицкий П.Ф. Введение в статистическую генетику. Минск: Высшая школа. 1974. – 447 с.
21. Сингер М., Берг П. Гены и геномы: в 2 т. М.: Мир. 1998. Т.1. – 373 с. Т.2. – 391 с.
22. Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука. 1977. – 301 с.
23. Уотсон Дж. Д. Двойная спираль: воспоминания об открытии ДНК. М.: Мир. 1969. – 152 с.
24. Уотсон Дж. Молекулярная биология гена. М.: Мир. 1967. – 461 с.
25. Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции. М.: Наука. 1968. – 451 с.