

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского»
Дальневосточного отделения
Российской академии наук**

ОДОБРЕНО:

Ученым советом ННЦМБ ДВО РАН
12 апреля 2017 г., протокол № 493
03.02.07 «Генетика»

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора ННЦМБ ДВО РАН
чл.-корр. РАН И.В. Дюйзен



**ПРОГРАММА
вступительного экзамена в аспирантуру
по специальности
1.5.7. Генетика**

Составитель: д.б.н., профессор Брыков В.А.

Владивосток
2017–2022

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

Введение

Понятие о наследственности и изменчивости. История развития генетики. Методы генетики: гибридологический, цитологический, физико-химический, онтогенетический и др. Предмет генетики и его место в системе биологических наук. Значение генетики для решения задач селекции, медицины, биотехнологии и экологии.

Цитологические основы наследственности

Строение клетки. Хромосомы их типы и строение. Деление клетки. Митоз. Биологическое значение митоза. Мейоз. Генетический контроль мейоза. Генетическое значение мейоза. Микро- и макроспорогенез.

Принципы и методы генетического анализа

Методология работ Г. Менделя. Наследование признаков при моногибридном скрещивании. Доминантность. Рецессивность. Кодоминантность. Единообразие первого гибридного поколения. Расщепление гибридов второго поколения. Анализирующее скрещивание. Закон «чистоты гамет». Закономерности наследования признаков при дигибридном скрещивании. Закономерности наследования признаков при тригибридном скрещивании. Общие формулы расщепления при независимом наследовании. Контроль за расщеплением. Статистический характер расщепления. Сравнение теоретически ожидаемого и фактически наблюдаемого расщепления. Условия осуществления менделевских законов. Генетическая символика. Запись скрещиваний и их результатов. Множественный аллелизм.

Хромосомная теория наследственности

Хромосомное определение пола. Половые хромосомы. Соотношение полов в природе. Влияние факторов внутренней и внешней среды на развитие признаков пола. Наследование признаков, сцепленных с полом. Наследование признаков, сцепленных с полом у человека. Нерасхождение X-хромосом. Балансовая теория определения пола. Нерасхождение хромосом у человека. Наследование признаков, ограниченных полом и зависимых от пола. Практическое использование признаков, сцепленных с полом. Кроссинговер. Величина перекреста и линейное расположение генов в хромосоме. Одинарный и множественный перекрест. Интерференция. Коэффициент совпадения. Локализация генов. Сцепленное наследование генов и кроссинговер. Линейное расположение генов в хромосоме. Генетические карты хромосом. Цитологические доказательства кроссинговера. Факторы, влияющие на перекрест хромосом. Типы мейотической рекомбинации: равный и неравный кроссинговер. Молекулярные основы кроссинговера. Построение генетических карт.

Молекулярные основы наследственности

Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот. Нуклеиновые кислоты – наследственный материал вирусов. Феномен бактериальной трансдукции. Строение нуклеиновых кислот. Химический состав и видовая специфичность ДНК. Модель структуры ДНК Уотсона–Крика. Общие особенности репликации ДНК. Синтез ДНК у эукариот. РНК как генетический материал и её репликация. Типы РНК в полипептидном синтезе. Матричная РНК. Рибосомная РНК. Транспортная РНК. Транскрипция ДНК на матрице РНК. Генетический код и его свойства. Доказательства триплетности кода. Биосинтез белка. Регуляция белкового синтеза. Ген-регулятор, оперон, структурные гены. Центровая теория гена. Уникальные и повторяющиеся последовательности нуклеотидов в ДНК эукариот. Проблемы генной инженерии. Методы выделения и синтеза генов. Понятие о плазидах и вирусах. Способы получения рекомбинантной ДНК, методы клонирования генов. Методы переноса генов. Доказательства интеграции чужеродных генов. Молекулярное маркирование. Полимеразная цепная реакция. Генные банки.

Нехромосомная наследственность

Особенности цитоплазматического наследования. Митохондриальная наследственность. Генетические карты органелл. Молекулярные основы цитоплазматической наследственности. Особенности воспроизведения органелл в клетке. Значение нехромосомного наследования в понимании проблем эволюции клеток эукариот, происхождения клеточных органелл – пластид и митохондрий.

Модификационная и мутационная изменчивость

Модификационная изменчивость. Наследственная изменчивость. Комбинативная изменчивость. Мутационная изменчивость. Спонтанные мутации. Прямые и обратные мутации. Геномные мутации. Жизнеспособность мутантов. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. Индуцированные мутации. Физические мутагенные факторы. Дозы облучения и поглощения. Летальные и сублетальные дозы мутагенов. Химические мутагены. Классификация мутаций. Изменения структуры хромосом под действием мутагенов. Изменение положения и порядка генов на хромосомах. Изменение структуры гена. Точковые мутации. Транзиции и трансверсии. Репарации поврежденной ДНК.

Изменения числа хромосом

Понятие о полиплоидии. Полиплоидные ряды в природе. Роль полиплоидии в эволюции. Механизмы изменения числа хромосом. Митотическая, зиготическая и мейотическая полиплоидизация. Автополиплоидия. Особенности мейоза и характер расщепления у тетраплоидных форм при моно- и дигибридном скрещивании. Физиологические особенности автополиплоидов. Триплоиды. Аллополиплоидия. Типы аллополиплоидов. Роль амфиплоидии в восстановлении плодовитости отдаленных гибридов. Анеуплоидия. Типы и механизм анеуплоидов. Особенности мейоза и образования гамет у анеуплоидов. Значение

анеуплоидов для генетических исследований. Метод моносомного анализа. Гаплоидия. Характер мейоза у гаплоидов. Частота спонтанного возникновения гаплоидов. Методы экспериментального получения гаплоидов. Использование гаплоидии в генетике и селекции.

Инбридинг и гетерозис

Понятие об аутобридинге и инбридинге. Генетическая сущность инбридинга. Коэффициент инбридинга как мера степени инбридинга. Увеличение коэффициента инбридинга в ряду поколений при различных типах родственных скрещиваний. Инбредный минимум. Понятие о гетерозисе. Генетические гипотезы гетерозиса (гипотеза доминирования, гипотеза сверхдоминирования, гипотеза генетического баланса, гипотеза компенсационного комплекса генов). Закономерности проявления гетерозиса во втором гибридном поколении. Гипотеза сверхдоминирования и её генетическое обоснование. Примеры моногенного гетерозиса: дополнительное действие аллелей, альтернативные пути синтеза, синтез оптимального количества определенного вещества. Использование явлений инбридинга и гетерозиса в практике.

Генетика онтогенеза

Онтогенез – наследственно детерминированная программа развития особи. Стабильность генома и дифференциальная активность генов в процессе индивидуального развития. Эффекты экспрессии генов на стадии эмбриогенеза. Амплификация генов. Тканеспецифическая активность генов. Плейотропное действие генов в онтогенезе. Взаимодействие генов, определяющее становление признаков в онтогенезе. Взаимоотношения клеток в морфогенезе. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции. Изменение транскрипции в онтогенезе. Механизмы дифференциальной транскрипции. Контроль экспрессии генов на уровне процессинга РНК, трансляции. Альтернативные пути сплайсинга. Механизмы трансляционной регуляции. Генетический контроль мейоза. Апоптоз.

Генетические процессы в популяциях

Понятие о популяциях. Определение частот генов и соотношений генотипов в популяциях. Установление доли гетерозигот. Вычисление частот генов на основе формулы Харди–Вайнбергера. Соотношения в популяциях по генам, сцепленным с полом. Элементарные процессы эволюции. Изменение генетической структуры популяции в результате отбора. Изменение частот гена при полном доминировании. Изменение частот гена при отсутствии доминирования. Изменение частот гена при сверхдоминировании. Генетико-автоматические процессы в популяции (случайный дрейф генов). Миграции и их влияние на структуру популяции. Факторы изоляции популяции. Понятие о генетическом грузе. Генетический гомеостаз популяций.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ

1. Предмет генетики. Понятие о наследственности и изменчивости, Место генетики среди биологических наук.
2. Основные этапы развития генетики. Роль отечественных ученых в развитии генетики и селекции. Значение генетики для решения задач селекции, медицины, биотехнологии, экологии.
3. Понятия: ген, генотип и фенотип. Фенотипическая и генотипическая изменчивость, мутации.
4. Понятие о генетической информации. Роль ядра и хромосом в явлениях наследственности. Локализация генов в хромосомах.
5. Деление клетки и воспроизведение. Митотический цикл и фазы митоза. Мейоз и образование гамет. Конъюгация хромосом. Редукция числа хромосом. Генетическая роль митоза и мейоза. Кариотип. Парность хромосом в соматических клетках. Гомологичные хромосомы. Специфичность морфологии и числа хромосом.
6. Молекулярные основы наследственности. Концепция «один ген – один полипептид». Белок как элементарный признак.
7. Структура ДНК и РНК. Модель ДНК Уотсона и Крика. Функции нуклеиновых кислот в реализации генетической информации: репликация, транскрипция и трансляция.
8. Свойства генетического кода. Доказательства триплетности кода. Расшифровка кодонов. Терминирующие кодоны. Вырожденность кода. Понятие о генетической супрессии. Универсальность кода.
9. Строение хромосом. Репликация хромосом. Политения. Онтогенетическая изменчивость хромосом. Компоненты хроматина. Уровни упаковки хроматина, нуклеосомы.
10. Основные закономерности наследования. Генетическая символика. Цели и принципы генетического анализа. Методы: гибридологический, мутационный, цитогенетический, генеалогический, популяционный, близнецовый, биохимический.
11. Закономерности наследования при моногибридном скрещивании, открытые Г. Менделем: Представление Г. Менделя о дискретной наследственности (факториальная гипотеза).
12. Представление об аллелях и их взаимодействиях. Закон «чистоты гамет». Гомозиготность и гетерозиготность. Анализирующее скрещивание, анализ типов и соотношения гамет у гибридов.
13. Закономерности наследования в ди- и полигибридных скрещиваниях. Закон независимого наследования генов. Статистический характер расщеплений.
14. Условия осуществления менделевских расщеплений. Отклонения от менделевских расщеплений при ди- и полигенном контроле признаков.
15. Особенности наследования количественных признаков (полигенное наследование). Использование статистических методов при изучении количественных признаков.

16. Половые хромосомы, гомо- и гетерогаметный пол; типы хромосомного определения пола. Наследование признаков, сцепленных с полом.
17. Значение работ школы Т. Моргана в изучении сцепленного наследования признаков. Особенности наследования при сцеплении. Группы сцепления.
18. Кроссинговер. Доказательства происхождения кроссинговера в мейозе и митозе на стадии четырех нитей. Цитологические доказательства кроссинговера.
19. Основные положения хромосомной теории наследственности по Т. Моргану. Генетические карты, принцип их построения у эукариот.
20. Внеядерное наследование. Закономерности нехромосомного наследования, отличие от хромосомного наследования. Методы изучения.
21. Значение изучения нехромосомного наследования в понимании проблем эволюции клеток высших организмов, происхождения клеточных органелл – пластид и митохондрий. Эндосимбиоз.
22. Понятие о наследственной и ненаследственной (модификационной) изменчивости. Формирование признаков как результат взаимодействия генотипа и факторов среды.
23. Классификация генных мутаций. Представление о прямых и обратных, генеративных и соматических, адаптивных и нейтральных, летальных и условно летальных, ядерных и неядерных, спонтанных и индуцированных мутациях.
24. Спонтанный и индуцированный мутационный процесс. Количественная оценка частот возникновения мутаций. Многоэтапность и генетический контроль мутационного процесса.
25. Теория гена. Представление школы Т. Моргана о строении и функции гена. Мутационная и рекомбинационная делимость гена. Работы школы А.С. Серебровского по ступенчатому аллелизму. Псевдоаллелизм.
26. Структура генома. Перекрытие генов в одном участке ДНК. Классификация повторяющихся элементов генома. Семейства генов. Псевдогены. Регуляторные элементы генома.
27. Генетический контроль и молекулярные механизмы репликации. Полуконсервативный способ репликации ДНК. Схема событий в вилке репликации. Понятие о репликоне.
28. Особенности организации и репликации хромосом эукариот. Системы рестрикции и модификации. Рестрикционные эндонуклеазы.
29. Молекулярные механизмы регуляции действия генов. Регуляция транскрипции на уровне промотора, функций РНК-полимеразы. Принципы негативного и позитивного контроля. Оперонные системы регуляции (теория А. Жакоба и Ж. Моно). Принципы регуляции действия генов у эукариот.
30. Стабильность генома и дифференциальная активность генов в ходе индивидуального развития. Первичная дифференцировка цитоплазмы, действие генов в раннем эмбриогенезе, амплификация генов.
31. Задачи и методология генетической инженерии. Методы выделения и синтеза генов. Понятие о векторах. Векторы на основе плазмид и ДНК фагов. Векторы эукариот.

32. Геномные библиотеки. Способы получения рекомбинантных молекул ДНК, методы клонирования генов. Проблема экспрессии гетерологических генов. Получение с помощью генетической инженерии трансгенных организмов.
33. Проблемы генотерапии. Значение генетической инженерии для решения задач биотехнологии, сельского хозяйства, медицины и различных отраслей народного хозяйства.
34. С.С. Четвериков – основоположник экспериментальной популяционной генетики. Понятие о частотах генов и генотипов. Математические модели в популяционной генетике. Закон Харди–Вайнберга, возможности его применения.
35. Генетическая гетерогенность популяций. Методы изучения природных популяций. Факторы динамики генетического состава популяции (дрейф генов), мутационный процесс, межпопуляционные миграции, действие отбора.
36. Понятие о внутривидовом генетическом полиморфизме и генетическом грузе. Роль генетических факторов в эволюции.
37. Молекулярно-генетические основы эволюции. Задачи геносистематики. Значение генетики популяций для медицинской генетики, селекции, решения проблем сохранения генофонда и биологического разнообразия.
38. Генетика как теоретическая основа селекции. Учение об исходном материале.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

Клаг У., Каммингс М. Основы генетики. М.: Техносфера, 2007.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Айала Ф. Введение в популяционную и эволюционную генетику. М.: Мир, 1984.
2. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. М.: Мир, 1987–1988 (в 3-х томах).
3. Барабанщиков Б.И., Сапаев Е.А. Сборник задач по генетике. Казань: Изд-во Казанского университета, 1988.
4. Ватти К.В., Тихомирова М.М. Руководство к практическим занятиям по генетике. М.: Просвещение, 1979.
5. Генетика. Ежемесячный журнал / Российская Академия наук. М.: Наука.
6. Гершензон С.М. Основы современной генетики. Киев: Наукова Думка, 1983.
7. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Новосибирск: Изд-во Сибирского университета, 2007.
8. Пухальский В.А. Введение в генетику. М.: ИНФРА-М, 2014.
9. Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека. М.: Мир, 1989–1990 (в 3-х томах).
10. Хедрик Ф. Генетика популяций. М.: Техносфера, 2003.
11. Snustad D.P., Simmons M.J., Price H.J. Principles of Genetics: Study Guide and Problems Workbook. N.Y. etc.: John Wiley & Sons Inc, 2000.