ПРОГРАММА по генетике

для сдачи вступительного экзамена в аспирантуру

1. Введение.

Понятие о наследственности и изменчивости. История развития генетики. Ч.Дарвин и гипотеза пангенезиса. Основные положения, обосновывающие эту гипотезу. Теория эволюции Ж.Б.Ламарка. Теория зародышевой плазмы А.Вейсмана. Значение работы Г.Менделя в становлении генетики как науки. Методы генетики: гибридологический, цитологический, физико-химический, онтогенетический, математический и др. Предмет генетики и его место в системе биологических наук. Значение генетики для решения задач селекции, медицины, биотехнологии и экологии.

2. Цитологические основы наследственности

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

3. Менделизм. Принципы и методы генетического анализа

Методология работ 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. Оценка получаемых отклонений по методу χ^2 (хи-квадрат). Условия осуществления менделевских законов. Генетическая символика. Запись скрещиваний и их результатов. Множественный аллелизм.

4. Наследование признаков при взаимодействии генов

Взаимодействие генов, не мешающих проявлению друг друга. Различия между взаимодействием доминантных и рецессивных генов. Комплементарное взаимодействие генов. Супрессия. Доминантный эпистаз. Криптомерия (рецессивный эпистаз). Полимерия. Особенности наследования количественных признаков. Трансгрессия. Плейотропия. Гены модификаторы. Пенетрантность и экспрессивность генов. Влияние внешних условий на проявление действия гена. Норма реакции генотипа.

5. 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 Х-хромосом.Балансовая теория определения пола. Нерасхождение хромосом у человека. Наследование признаков,

ограниченных полом и зависимых от пола. Практическое использование признаков, сцепленных с полом (тутовый шелкопряд, хмель и т.д.). Кроссинговер. Механизм кроссинговера. 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. Сопоставление генетических и цитологических карт у дрозофилы.

6. Молекулярные основы наследственности. Генная инженерия

Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот. ДНК- трансформирующий фактор пневмококка. Нуклеиновые кислоты – наследственный материал вирусов. Феномен бактериальной трансдукции. Строение нуклеиновых кислот. Химический состав и видовая специфичность ДНК. Правило Чаргаффа. Модель структуры ДНК Уотсона - Крика. Общие особенности репликации ДНК. Синтез ДНК у эукариот. РНК как генетический материал и ее репликация. Типы РНК в полипептидном синтезе. Матричная РНК. Рибосомная РНК. Транспортная РНК. Транскрипция ДНК на матрице РНК (обратная транскрипция). Генетический код и его свойства. Доказательства триплетности кода. Работы Ниренберга, Очоа и других по расшифровке кодонов. Вырожденность кода. Универсальность кода. Биосинтез белка. Регуляция белкового синтеза. Схема генетического контроля синтеза ферментов у бактерий. Ген-регулятор, оперон, структурные гены. Центровая теория гена. Уникальные и повторяющиеся последовательности нуклеотидов в ДНК эукариот. Строение гена эукариот: экзоны, интроны. Посттранскрипционные преобразования мРНК у эукариот (процессинг, сплайсинг).

Особенности организации промоторной области эукариот. Проблемы генной инженерии. Методы выделения и синтеза генов. Характеристика рестриктаз. Понятие о генных векторах (плазмиды, вирусы). Способы получения рекомбинантной ДНК, методы клонирования генов. Прямые методы переноса генов (микроинъекция, электропорация, биобаллистика, с помощью липосом и т. д.). Использование Ti-плазмид *A. tumephaciens*, вирусов и вироидов в качестве векторов в генной инженерии растений. Доказательства интеграции чужеродных генов. Достижения в области трансгеноза у растений. Мобильные генетические элементы.

Молекулярное маркирование. Полимеразная цепная реакция. Создание молекулярных маркеров. Геномные библиотеки.

7. Нехромосомная наследственность

Нехромосомная наследственность генетического материала клетки по схеме Джинкса. Особенности цитоплазматического наследования, отличия от ядерного. Методы изучения: реципрокные, возвратные скрещивания, биохимические методы. Пластидная наследственность. Исследования пестролистности у растений.

Митохондриальная наследственность. Исследования дыхательной недостаточности у дрожжей. Генетические карты органелл.

Цитоплазматическая мужская стерильность у растений. Влияние ядерных генов на проявление ЦМС. Использование ЦМС для получения гибридных семян.

Молекулярные основы цитоплазматической наследственности. Особенности воспроизведения органелл в клетке. Значение нехромосомного наследования в понимании проблем эволюции клеток эукариот, происхождения клеточных органелл - пластид и митохондрий.

8. Модификационная и мутационная изменчивость

Модификационная изменчивость. Наследственная изменчивость. Комбинативная изменчивость. Мутационная изменчивость. Основные положения мутационной теории Де Фриза. 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. Классифиеация мутаций. Изменения структуры хромосом под действием мутагенов. Изменение положения и порядка генов на хромосомах. Изменение структуры гена. Точковые мутации. Транзиции и трансверсии. Сдвиг рамки считования. Репарации поврежденной ДНК. Темновая репарация и фотореактивация. Ферменты репарации. Инсерционный мутагенез. Антимутагены.

9. Полиплоидия и другие 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. Использование автополиплоидов в селекции растений.

Аллополиплоидия. Типы аллополиплоидов. Работы Г. Д. Карпеченко по созданию *Raphanobrassica.* Роль амфиплоидии в восстановлении плодовитости отдаленных гибридов. Получение и использование пшенично- ржаных гибридов *Triticale.* Синтез и ресинтез видов. Роль аллополиплоидии в эволюции и селекции растений.

Анеуплоидия. Типы анеуплоидов. Механизм возникновения анеуплоидов. Особенности мейоза и образования гамет у анеуплоидов, их жизнеспособность. Экспериментальное получение анеуплоидных растений. Значение анеуплоидов для генетических исследований. Получение дополненных и замещенных линий и их практическое использование. Метод моносомного анализа.

Гаплоидия. Морфологические особенности и идентификация гаплоидных растений. Характер мейоза у гаплоидов. Частота спонтанного возникновения гаплоидов. Методы экспериментального получения гаплоидов. Использование гаплоидии в генетике и селекции.

10. Отдаленная гибридизация

Понятие об отдаленной гибридизации. Типы гибридов, получаемых при отдаленной гибридизации растений и животных. Барьеры нескрещиваемости при отдаленной гибридизации. Способы преодоления нескрещиваемости при отдаленной

гибридизации. Работы И.В.Мичурина по преодолению нескрещиваемости у плодовых культур (метод посредника, опыление смесью пыльцы, метод предварительного вегетативного сближения). Особенности отдаленных гибридов в первом и последующих гибридных поколениях. Преодоление бесплодия отдаленных гибридов. Особенности формообразовательных процессов у отдаленных гибридов. Интрогрессия генов при отдаленной гибридизации. Геномный анализ. Культура протопластов.

11. Инбридинг и гетерозис

Понятие об аутобридинге и инбридинге. Генетическая сущность инбридинга. Кэффициент инбридинга как мера степени инбридинга. Увеличение кэффициента инбридинга в ряду поколений при различных типах родственных скрещиваний. Инбридинг у перекрестноопыляющихся культур. Инбредный минимум. Инцухт линии растений. Инбридинг у человека. Факторы, определяющие высокие частоты родственных браков.

Понятие о гетерозисе. Генетические гипотезы гетерозиса (гипотеза доминирования, гипотеза сверхдоминирования, гипотеза генетического баланса, гипотеза компенсационного комплекса генов) Гипотеза доминирования и ее генетическое обоснование. Закономерности проявления гетерозиса во втором гибридном поколении. Гипотеза сверхдоминирования и ее генетическое обоснование. Примеры моногенного гетерозиса: дополнительное действие аллелей, альтернативные пути синтеза, синтез оптимального количества определенного вещества. Использование явлений инбридинга и гетерозиса в практике.

12. 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. Посттрансляционная активация и инактивация белков. Генетический контроль мейоза. Апоптоз.

13. 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.

Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Гершензон С.М. Основы современной генетики. Киев: Наукова думка, 1983.
2. Пухальский В.А. Введение в генетику. М.: Издательство КолосС 2007.
3. Инге-Вечтомов Г.С. Генетика с основами селекции. Из-во Н-Л, Санкт-Петербург, 2010.
4. Орлова Н.Н. Генетический анализ. М.: Издательство МГУ, 1991.
5. Жимулёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика. - Новосибирск НГУ, 2004.
6. Долгодворова Л.В., Иванова С.В. и др. Задачник по генетике, М.: Издательство МСХА, 1996.
7. Иванова С.В. и др. Задачи по генетике. М. Из-во МСХА. 1998.

б) Дополнительная литература

1. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. Т. 1-3. М.: Мир, 1987.
2. Вавилов Н. И. Избранные сочинения. Генетика и селекция. М.: Колос, 196
3. Сингер М., Берг П. Гены и геномы. М.: Мир, 1998.
4. Захаров И.А. Краткие очерки по истории генетики. М. 1999.

Программа составлена профессором **В.А. Пухальским**