

Ответы для контрольных работ

Вариант 1

Задание 1.

Предмет генетика. Основные методы генетики. Краткая история развития генетики.

Ответ на задание 1.

Генетика (от греч. *génénesis* — происхождение) — наука о законах наследственности и изменчивости организмов. Важнейшая задача Г. — разработка методов управления наследственностью и наследственной изменчивостью для получения нужных человеку форм организмов или в целях управления их индивидуальным развитием.

Основные методы генетики.

Гибридологический метод был разработан и применен Г. Менделем в 1856-1863гг. для изучения наследования признаков и с тех пор является основным методом генетических исследований. Он включает систему скрещивания заранее подобранных родительских особей, различающихся по одному, двум или трем альтернативным признакам, наследование которых изучается. Проводится тщательный анализ первого, второго, третьего, а иногда и последующих поколений по степени и характеру проявления изучаемых признаков. Этот метод имеет важное значение в селекции растений и животных. Он включает и так называемый рекомбинационный метод, который основан на явлении кроссинговера – обмена идентичными участками в хроматидах гомологичных хромосом. Этот метод широко используется для составления генетических карт, а также для создания рекомбинантных молекул ДНК, содержащих генетических организмов.

Моносомный метод позволяет установить, в какой хромосоме локализованных соответствующие гены, а в сочетании с рекомбинационным методом - определить место локализации генов в хромосоме.

Генеалогический метод - один из вариантов гибридологического. Его применяют при изучении наследования признаков по анализу родословных с учетом их проявления у животных родственных групп в нескольких поколениях. Этот метод используют при изучении наследственности у человека и животных, малоплодие которых имеет видовую обусловленность.

Близнецовый метод – применяют при изучении влияния определенных факторов внешней среды и их взаимодействиях с генотипом особи, а также для выявления относительной роли генотипической и модификационной изменчивости в общей изменчивости признака.

Мутационный метод – (мутагенез) позволяет установить характер влияния мутагенных факторов на генетический аппарат клетки, ДНК, хромосомы, на изменение признаков или свойств. Мутагенез используется в селекции сельскохозяйственных растений, в микробиологии для создания новых штаммов бактерий. Он нашел применение в селекции тутового шелкопряда.

Популяционно – статистический метод – используют при изучении явлений наследственности в популяциях. Этот метод дает возможность установить частоту доминантных и рецессивных аллелей, определяющих тот или иной признак, частоту доминантных и рецессивных гомозигот и гетерозигот, динамику генетической структуры популяции под влиянием мутаций изоляции и отбора. Метод является теоретической основой современной селекции животных.

Феногенетический метод – позволяет установить степень влияния генов и условий среды на развитие изучаемых свойств и признаков в онтогенезе. Из-

менение в кормлении и содержании животных влияет на характер проявления наследственно обусловленных признаков и свойств.

Составной частью каждого метода является статистический анализ - *биометрический метод*. Он представляет собой ряд математических приемов, позволяющих определить степень достоверности полученных данных, установить вероятность различий между показателями опытных и контрольных групп животных. Составной частью биометрии являются закон регрессии и статистический закон наследуемости, установленный Ф. Гальтоном.

В генетике широко используют *метод моделирования* – с помощью вычислительной техники для изучения наследования количественных признаков в популяциях, для оценки селекционных методов – массового отбора, отбора животных по селекционным индексам. Особенно широкое применение данный метод нашел в области генетической инженерии и молекулярной генетике.

Основные этапы и направления развития, предмет и методы генетики

Основополагающие законы Г. были вскрыты чешским естествоиспытателем Г. Менделем при скрещивании различных рас гороха (1865). Однако принципиальные результаты его опытов были поняты и оценены наукой лишь в 1900, когда голл. учёный Х. де Фриз, нем. — К. Корренс и австр. — Э. Чермак вторично открыли законы наследования признаков, установленные Менделем. С этого времени началось бурное развитие Г., утвердившей принцип дискретности в явлениях наследования и организации генетического материала и сосредоточившей главное внимание на изучении закономерностей наследования потомками признаков и свойств родительских особей. В развитии этого направления Г. решающую роль сыграл метод гибридологического анализа, сущность которого состоит в точной статистической характеристике распределения отдельных признаков в популяции потомков, полученных от скрещивания особей, специально подобранных в соответствии с их наследст-

венными качествами. Уже в первое десятилетие развития Г. на основе объединения данных гибридологический анализа и цитологии — изучения поведения хромосом в процессах клеточного деления (Митоз), созревания половых клеток (Мейоз) и оплодотворения — возникла цитогенетика, связавшая закономерности наследования признаков с поведением хромосом в процессе мейоза и обосновавшая хромосомную теорию наследственности и теорию гена как материальной единицы наследственности. Хромосомная теория объяснила явления расщепления, независимого наследования признаков в потомстве и послужила основой для понимания многих фундаментальных биологических явлений. Под термином «ген», введённым в 1909 датским учёным В. Иогансенем, стали понимать наследственный задаток признака. Решающий вклад в обоснование хромосомной теории наследственности был внесён работами американского генетика Т. Х. Моргана (1911) и его многочисленных сотрудников и учеников, среди которых прежде всего следует назвать К. Бриджеса, Г. Мёллера и А. Стёртеванта. Крупной вехой в развитии Г. стало открытие мутагенного (т. е. изменяющего наследственность) действия рентгеновых лучей (советские учёные Г. А. Надсон и Г. С. Филиппов, 1925; американский — Г. Мёллер, 1927). Доказав резкое увеличение изменчивости генов под влиянием внешних факторов, это открытие породило радиационную генетику. Работы по радиационному и химическому мутагенезу (советские генетики М. Н. Мейсель, 1928; В. В. Сахаров, 1933; М. Е. Лобашёв, 1934; С. М. Гершензон, 1939; И. А. Рапопорт, 1943; англ. — Ш. Ауэрбах, 1944) способствовали изучению тонкой структуры гена; велико и их практическое значение для получения новых наследственно изменённых форм растений и микроорганизмов. Важное место в развитии теории гена заняли работы советских генетиков. А. С. Серебровским была поставлена проблема сложного строения гена. В дальнейшем (1929—31) им и его сотрудниками, особенно Н. П. Дубининым, была экспериментально доказана делимость гена и разработана теория его строения из субъединиц.

Г. сыграла большую роль в утверждении и развитии дарвиновской теории эволюции. Эволюционная Г. (в т. ч. популяционная Г.) исследует генетические механизмы отбора, роль отдельных генов, генетических систем и мутационного процесса в эволюции. Фундаментальный вклад в разработку проблем Г. популяций внёс советский генетик С. С. Четвериков (1926), объединивший в единой концепции идеи менделизма и дарвиновской теории эволюции. Развитию эволюционной и популяционной Г. особенно способствовали американский учёный С. Райт и английский — Дж. Холдейн и Р. Фишер, заложившие в 20—30-х гг. основы генетико-математических методов и генетической теории отбора. Для развития экспериментальной Г. популяций много сделали советские учёные, главным образом Н. П. Дубинин и Д. Д. Ромашов, Н. В. Тимофеев-Ресовский, а также школа Ф. Г. Добржанского (США).

Уже на первых этапах развития Г. внесла весьма существенный вклад в теоретическое обоснование методов селекции (работы датского генетика В. Иогансена, 1903; шведского — Г. Нильсона-Эле, 1908). Наиболее полное выражение единство Г. и селекции нашло в трудах советского учёного Н. И. Вавилова, открывшего гомологических рядов закон в наследственной изменчивости и обосновавшего теорию центров происхождения культурных растений. Под руководством Вавилова была проведена работа по исследованию мирового разнообразия культурных растений и их диких родичей и по вовлечению их в селекционную практику. С именами Г. Д. Карпеченко и И. В. Мичурина связана разработка теории отдалённой гибридизации растений. В развитие генетических основ селекции животных крупный вклад внесли советские генетики М. Ф. Иванов, П. Н. Кулешов, А. С. Серебровский, Б. Н. Васин и др. Советский учёный Н. К. Кольцов (1927, 1935) впервые ясно сформулировал матричный принцип репродукции молекулярной структуры наследственного материала (хромосомы как наследственные молекулы).

Использование в качестве объектов генетических исследований микроорганизмов и вирусов (Генетика микроорганизмов), а также проникновение в Г. идей и методов химии, физики и математики привели в 40-х гг. к возникновению и бурному развитию молекулярной генетики.

В 20—30-е гг. советские Г. занимала ведущее место в мировой науке о наследственности и изменчивости. Начиная с 1939, а особенно после августовской сессии ВАСХНИЛ (1948) развитие советские Г. затормозилось. С октября 1964 вновь начался период всестороннего развития советской Г., продолжающегося и ныне. В современной Г. выделилось много новых направлений, представляющих как теоретический, так и практический интерес. Интенсивно развивается, в частности, направление, исследующее роль генетического аппарата в процессах онтогенеза, что привело к расширению контактов Г. с эмбриологией, физиологией, иммунологией, медициной, Важнейшей отраслью стала генетика человека и главным образом такой её раздел, как генетика медицинская. Разрабатываются генетические аспекты проблемы борьбы со злокачественными новообразованиями и преждевременным старением; активно развиваются генетика поведения животных и человека и многочисленные другие отрасли Г., тесно переплетающиеся и взаимодействующие между собой.

В модельных генетических исследованиях широко пользуются специально созданными линиями животных и растений (дрозофил, мышей, крыс, кукурузы, арабидопсиса и др.), а также штаммами микроорганизмов, вирусов и культурами разных соматических клеток. Всё шире привлекаются биохимические и цитохимические методы, оптическая и электронная микроскопия, спектроскопия, цитофотометрия, автордиография, методы локального поражения клеточных органелл, рентгеноструктурного анализа. Для анализа результатов генетических экспериментов, так же как и для их планирования, широко используются генетико-математические методы (Биометрия).

Лит.: **История генетики** — Мендель Г., Опыты над растительными гибридами, М., 1965; Морган Т., Избранные работы по генетике, пер. с англ., М. — Л., 1937; Вавилов Н. И., Избр. соч. Генетика и селекция, М., 1966; Гайсинович А. Е., Зарождение генетики, М., 1967; Рейвин А., Эволюция генетики, пер. с англ., М., 1967; Классики советской генетики. 1920—1940, Л., 1968.

Учебники и руководства — Руководство по разведению животных, пер. с нем., т. 2, М., 1963; Бреславец Л. П., Полиплоидия в природе и опыте, М., 1963; Молекулярная генетика, пер. с англ., ч. 1, М., 1964; Сэджер Р. и Райн Ф., Цитологические и химические основы наследственности, пер. с англ., М., 1964; Волькенштейн М. В., Молекулы и жизнь. Введение в молекулярную биофизику, М., 1965; Актуальные вопросы современной генетики. Сб. ст., М., 1966; Бреслер С. Е., Введение в молекулярную биологию, 2 изд., М. — Л., 1966; Дубинин Н. П., Глембоцкий Я. Л., Генетика популяций и селекция, М., 1967; Алиханян С. И., Современная генетика, М., 1967; Мюнтцинг А., Генетика. Общая и прикладная, пер. с англ., 2 изд., М., 1967; Лобашев М. Е., Генетика, 2 изд., Л., 1967; Уотсон Дж. . Молекулярная биология гена, пер. с англ., М., 1967; Боннер Д ж., Молекулярная биология развития, пер. с англ., М., 1967; Робертис Э. де, Новинский В., Саэс Ф., Биология клетки, пер. с англ., М., 1967; Медведев Н. Н. ., Практическая генетика, 2 изд., М., 1968; Гершкович И., Генетика, пер. с англ., М., 1968; Хатт Ф., Генетика животных, пер. с англ., М., 1969; Дубинин Н. П. Общая генетика, М., 1970

Словари — Ригер Р., Михаэлис А., Генетический и цитогенетический словарь, пер. с нем., М., 1967.

Задание 2.

Мутации. Классификация мутаций.

Ответ на задание 2.

Мутационная теория зародилась в начале 20-го века в работах Г. Де Фриза (1901-1903). По де Фризу мутация – это скачкообразное, прерывистое изменение наследственного признака. Суть мутационной теории де Фриза сводится к следующим положениям:

1. Мутация возникает дискретно, без переходов.
2. Новые формы константны.
3. Мутация является качественным изменением.
4. Мутации разнонаправлены (полезные и вредные).
5. Выявляемость мутации зависит от размеров выборки изучаемых организмов.
6. Одни и те же мутации могут возникать повторно.

Мутационные изменения чрезвычайно разнообразны. Они могут затрагивать буквально все морфологические, физиологические и биохимические признаки организма, едва заметные фенотипические отклонения от нормы.

Известно много принципов классификации мутаций. Фактически все авторы отмечают, что очень трудно создать хорошую классификацию мутаций, и что все существующие классификации очень схематичны (см. у М.Е. Лобашева, 1967, стр 285-315, С.Г. Инге-Вечтомова, 1989, стр. 290-369).

1. По характеру воздействия на генотип:
 - а. Генные мутации или точечные
 - б. Изменения хромосом или хромосомные перестройки
 - с. Изменение числа наборов хромосом
2. По характеру изменения фенотипа:
 - а. Летальные
 - б. Морфологические

- c. Физиологические
- d. Биохимические
- e. Поведенческие
- f. Мутации, выявляемые только в электрофорезе

3. По проявлению в гетерозиготе:

- a. Доминантные
- b. Рецессивные

4. По способу индукции:

- a. Спонтанные, т.е. возникающие без видимых причин или усилий со стороны экспериментатора. Обычно спонтанными называют мутации, причина возникновения которых неизвестна.
- b. Индуцированные, т.е. возникшие в результате какого-то воздействия.

5. По степени отклонения от нормального фенотипа

В 1932 году Г.Меллер предложил классифицировать мутации по следующим категориям: гипоморфные, аморфные, неоморфные и гиперморфные.

6. По локализации в клетке:

- a. Ядерные.
- b. Цитоплазматические.

7. По возможности наследования:

- a. Генеративные, т.е. индуцированные в половых клетках.
- b. Соматические, индуцированные в соматических клетках.

Различают также мутации прямые и обратные.

Задача 3. В семье двое детей – кареглазая дочь и голубоглазый сын. Мама этих детей голубоглазая, но её родители имели карие глаза.

Дано:

A– карие глаза

a – голубые глаза

Определить: Генотипы всех членов семьи.

Члены семьи	Генотип	Фенотип
Дочь	aa	Голубоглазая
Сын	Aa	Кареглазый
Мать	aa	Голубоглазая
Отец	Aa	Кареглазый
Мать матери	Aa	Кареглазая
Отец матери	Aa	Кареглазый

Задача 4. Родители имеют вторую и третью группу крови.

Определить: Какие группы крови могут быть у их детей.

Установлено, что четыре группы крови человека обусловлены наследованием трех аллелей одного гена I^A , I^B , i . Явление, при котором имеется более чем два аллеля данного гена, называется **множественным аллелизмом**. Эти разнообразные аллельные состояния возникают путем мутаций одного локуса хромосомы, различающихся по своему фенотипическому проявлению. Комбинируясь в диплоидных клетках по два, могут образовывать 6 генотипов (00, AA, BB, A0, B0, AB).

По системе АВ0 существует четыре группы крови, различающиеся специфическими белками: антигенами (агглютиногенами), содержащимися в эритроцитах, и антителами (агглютинидами) – в сыворотке крови.

I группа (0):	имеет антитела α и β нет антигенов
II группа (A):	имеет антиген A и антитела β
III группа (B):	имеет антиген B и антитела α
IV группа (AB):	имеет антигены A и B нет антител

00 – I группа

A0, AA – II группа

B0, BB – III группа

AB – IV группа

Так, I (0) группа обусловлена рецессивным аллелем (i), над которым доминируют как аллель I^A (II группа), так и аллель I^B (III группа). Аллели $I^A I^B$ в гетерозиготе определяют IV группу.

Ответ: Так как в задаче не указано, являются ли родители гомозиготами по аллелям групп крови, то однозначно ответить не имеется возможности, и теоретически в семье возможно рождение детей как с I, II, III так и с IV группой крови.

Задача 5. Растение томата с пурпурным стеблем и красными плодами скрещено с растением, имеющим зеленый стебель и красные плоды. Получено 753 растения с пурпурным стеблем и красными плодами и 246 растений с пурпурным стеблем и желтыми плодами.

Определить: Каковы генотипы родителей и потомков.

Дано:

A – стебель пурпурный

a – стебель зеленый

B – плод красный

b – плод желтый

Решение

P: ♂ AABV × ♀ aaBV

G: AV, Av, aV, av

	AV	Av
aV	AaBV	AaVv
av	AaVv	Aavv

F₁: 1AaBV:2AaVv:1Aavv – по генотипу

3:1 – по фенотипу

$$\frac{753}{246} = \frac{3}{1}$$

Ответ: Генотип родителей AABV и aaBV, потомков 1AaBV:2AaVv:1Aavv.

Задача 6. Скрещиваются две линии норок бежевой и серой окрасок. У гибридов F_1 коричневая окраска меха. В F_2 наблюдается следующее расщепление: 14 серых, 46 коричневых, 5 кремowych и 16 бежевых норок.

Определить: Как наследуются эти окрасы? Какое может быть потомство от скрещивания гибридных коричневых норок с кремowymi?

Ответ: В данной задаче приведен пример комплементарного действия генов, когда две независимые пары генов могут взаимодействовать таким образом, что ни один из доминантов не может вызвать соответствующего эффекта в отсутствие второго доминанта. Такие пары генов называются комплементарными (взаимодополняющими); в определении фенотипического эффекта действие каждого из них дополняет действие другого. Присутствие двух доминантов обуславливает появление одного признака, а противоположный признак возникает при отсутствии любого из них или обоих.

P: Серая × бежевая

AAвв aaBB

F_1 Коричневая

AaBb

Новая окраска возникла из –за взаимодействия генов A и B

Скрещивание коричневых норок (AaBb) и кремowych (aabb)

♀\♂	Ab	AB	aB	ab
ab	Aabb Серая	AaBb Корич.	aaBb Беж.	Aabb Крем.

Ответ: При скрещивании коричневых норок с кремowymi полученный приплод будет иметь все типы окраса (серый, коричневый, бежевый, кремовой) в равных соотношениях 1:1:1:1.

Задача 7 Гетерозиготного по тому или иному гену человека называют иногда носителем. Мужчина с цветовой слепотой – дальтоник (признак, сцепленный с полом) женится на женщине – носительнице цветовой слепоты.

Определить: Можно ли ожидать в этом браке нормального сына; дочь с цветовой слепотой?

Дано:

X^H – норма

X^h – дальтонизм

Определить F_1

Решение

Женщина, вступившая в брак, различает цвета нормально, но она гетерозиготна ($X^H X^h$).

Мужчина – дальтоник, ($X^h Y$).

$P: X^H X^h \times X^h Y$

$G: X^H, X^h, X^h, Y$

$\text{♀} \backslash \text{♂}$	X^h	Y
X^h	$X^h X^h$	$X^h Y$
X^H	$X^H X^h$	$X^H Y$

$F_1: X^h Y, X^H Y, X^H X^h, X^h X^h$

25%, 25%, 25%, 25%

Ответ. У одной дочери зрение будет нормальным, как и у одного сына. Двое других детей (сын и дочь) будут дальтониками, т.е. вероятность рождения больных детей 50%.