

Федеральное агентство по образованию

Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия
имени С. М. Кирова

С.П. Гусев, М.Е. Гузюк

Г Е Н Е Т И К А

Методические указания и контрольное задание по курсу
для студентов специальностей:

250201 «Лесное хозяйство»

250203 «Садово-парковое и ландшафтное строительство»

2007 г.
Санкт-Петербург

Рассмотрено и рекомендовано к изданию методической комиссией лесохозяйственного факультета Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии им. С.М. Кирова 27 ноября 2007 г.

УДК 575+630*165

Гусев С.П., Гузюк М.Е. Генетика. Методические указания и контрольное задание по курсу для студентов специальностей: 250201 «Лесное хозяйство», 250203 «Садово-парковое и ландшафтное строительство».

Представлены кафедрой лесных культур.

В методических указаниях приведены варианты контрольного задания по курсу «Генетика», методические рекомендации и данные, необходимые для его выполнения.

Настоящая работа предназначена для студентов-заочников. Она может быть использована и студентами дневного отделения при самостоятельной проработке курса, при подготовке к контрольным работам и зачету по курсу.

ВВЕДЕНИЕ

Задача изучения дисциплины состоит в том, чтобы студенты лесохозяйственного факультета овладели необходимыми теоретическими знаниями и методами в области генетики, дающими необходимую основу для ведения комплексного лесного и садово-паркового хозяйства, рационального использования и сохранения генофонда лесных фитоценозов и ценных культурценозов.

В настоящей работе приводятся сведения об объемах и видах занятий, формах контроля успеваемости, развернутая программа курса, рекомендуемая литература, которые могут быть использованы для самостоятельного изучения рассматриваемой дисциплины, а также варианты контрольного задания для студентов заочной формы обучения с указаниями по его выполнению.

1. ОБЪЕМЫ И ВИДЫ ЗАНЯТИЙ, КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ

Студенты-заочники специальностей 25021 «Лесное хозяйство» и 250203 «Садово-парковое и ландшафтное строительство» изучают дисциплину «Генетика» в первом семестре III курса. Учебным планом дисциплины предусмотрено ознакомление с обзорными лекциями в объеме 8 часов, выполнение лабораторных работ в объеме 6 часов, выполнение контрольного задания и сдача дифференцированного зачета. Контроль успеваемости по курсу у студентов-заочников осуществляется по результатам лабораторного практикума, выполнения контрольного задания и итогов общего зачета по курсу. Контрольное задание включает 10 вариантов тестов, 10 вариантов задач и 10 подвариантов общих контрольных вопросов. Выбор вариантов контрольного задания производится согласно последней цифре из номера зачетной книжки студента. Номер выполняемого подварианта контрольного задания по общим вопросам соответствует последней цифре от суммы последних двух цифр номера зачетной книжки. Например: номер зачетной книжки – 54038, отсюда номер выбираемого варианта тестов и задач определяется как 8, а номер подварианта задания по общим вопросам – 1 ($3+8=11$).

Для студентов очной формы обучения учебным планом предусмотрено 17 часов лекций, 32 часа лабораторных занятий и 49 часов самостоятельной работы (проработка лекций и рекомендуемой литературы и выполнение расчетно-графических частей лабораторных работ). Текущая успеваемость студентов очной формы обучения осуществляется на основе модульно-рейтинговой системы, а также опросов по результатам

лабораторных работ и двух контрольных работ по курсу. Итоговая успеваемость оценивается при сдаче зачета в конце IV семестра.

2. ПРОГРАММА КУРСА

В результате изучения дисциплины студенты должны овладеть уровнем знаний и освоить разделы курса «Генетика», предусмотренные действующим государственным образовательным стандартом. Для систематизации информации и рационального использования студентами учебной и специальной литературы ниже приводится рабочая программа по курсу «Генетика». Программа приведена в развернутом виде, по отдельным темам или разделам курса дана детализация, в скобках в виде ключевых слов или предложений указаны некоторые из наиболее важных аспектов и положений, которые студенту необходимо проработать и усвоить.

2.1. Введение

Генетика как фундаментальная биологическая наука. Предмет и задачи генетики. Общее представление о наследственности и изменчивости (сущность и роль этих свойств в природе живых организмов, диалектическое единство этих свойств, наследственность и видообразование, изменчивость и эволюция). Основные этапы развития генетики. Первые представления о наследственности (труды ученых античной эпохи Гиппократ и Аристотеля, теории прямого и непрямого наследования; представление о наследственности в додарвинский и дарвинский периоды; работы Ч. Дарвина, критика теории естественного отбора Чарльза Дарвина Флемингом Дженкином). Первый этап развития генетики (1900-1930 гг.) – период развития классической генетики, вторичное открытие законов Г. Менделя, развитие хромосомной теории, работы У. Сэттона, Т. Моргана, А. Вейсмана, Н.И. Вавилова и др. Второй этап – период неоклассицизма в генетике, развитие мутационной теории и популяционной генетики, искусственный мутагенез (работы И.А. Раппопорта, А.С. Серебровского, С.С. Четверикова, Ф. Фишера, С. Райта и др.) Третий этап (с 1953 г.) – период синтетической генетики, связанный с открытиями в области генетики на молекулярном уровне, выявлены строение и функции нуклеиновых кислот, механизмы воспроизводства наследственной информации и ее реализации (работы Д. Уотсона, Ф. Крика и др., работы отечественных ученых: Н.К. Кольцова, Н.В. Тимофеева–Ресовского, С.С. Четверикова, Г.Д. Карпеченко и др.). Лесная генетика как отрасль генетики (значение генетики для лесной

селекции, ее роль в сохранении, воспроизводстве и рациональном использовании генофонда лесных древесных пород).

2.2. Закономерности наследования. Учение Г. Менделя

Работы Г. Менделя (особенности гибридиологического метода, предложенного Г. Менделем; опыты по моно-, ди- и тригибридным скрещиваниям, анализирующее скрещивание; понятие о генотипе и фенотипе, доминантный и рецессивный признак, гомозигота и гетерозигота; закономерности наследования: закон чистоты гамет, однородность F_1 по генотипу и фенотипу, закономерности расщепления потомства во втором поколении гибридов, независимое наследование признаков, наследование при полигибридном скрещивании). Некоторые случаи отклонения от законов Г. Менделя (разная жизнеспособность генотипов и гамет; взаимодействие аллельных генов – неполное доминирование, кодоминирование, взаимодействие неаллельных генов – комплементарное, эпистатическое, полимерное, модификационное; статический характер расщепления, оценка гипотез наследования по критерию χ^2 Пирсона). Сущность понятий: пенетрантность и экспрессивность, плейотропный эффект, множественное действие генов. Особенности наследования количественных признаков (статические параметры и характеристики количественного признака. Фенотипическая и генотипическая вариация признака, аддитивная составляющая количественного признака, коэффициенты наследуемости в общем H^2 и узком h^2 смысле, генетическое улучшение, методы их определения и оценки).

Цитологические основы наследственности. Хромосомная теория

Основные положения клеточной теории (клетка как элементарная структурная, функциональная и воспроизводящая система живой материи; клетка может образоваться только из клетки при делении). Строение клетки (основные требования к структурным элементам клетки, которые теоретически могли бы выполнять функции носителей наследственной информации: способность к воспроизведению, т.е. делению и четкому распределению по образующимся дочерним клеткам. Органоиды и структуры клетки, связанные с хранением и передачей наследственной информации. Роль ядра клетки. Строение хромосом. Кариотип.). Воспроизведение клеток (митоз и мейоз, биологическое значение митоза и мейоза). Хромосомная теория (Работы У. Сэттона, Т. Моргана, А. Вейсмана. Основные положения хромосомной теории: хромосомы –

материальные носители наследственной информации, гены располагаются в хромосомах; гены, располагающиеся в определенных локусах гомологичных хромосом – это аллельные гены; гены располагаются в хромосомах линейно. Явление сцепленного наследования. Кроссинговер. Аутосомы и половые хромосомы. Хромосомный механизм определения пола. Наследование признаков сцепленных с полом). Нехромосомная наследственность (Материальные носители нехромосомной наследственности. Закономерности наследования при нехромосомной наследственности. Понятие плазмона и генома).

2.4. Молекулярные основы наследственности

Строение и свойства ДНК. ДНК как носитель наследственной информации. Компактизация ДНК и структура хроматина. Механизм полуконсервативной репликации ДНК. Репарация ДНК. Матричные процессы: инициация, элонгация, терминация. Типы РНК. Механизм транскрипции ДНК (синтез *m*-РНК на одной – смысловой нити ДНК). Механизм трансляции *m*-РНК (синтез белка на рибосомах, направляемый матрицей *m*-РНК). Генетический код наследственной информации, его особенности и свойства (код трехбуквенный, т. е. триплетный, неперекрывающийся без запятых, списывание информации осуществляется с одной точки – от стартового кодона в одном направлении до стоп кодона, код вырожденный, так как многие аминокислоты кодируются более чем одним кодоном; код квазиуниверсален). Понятия: кодоген, кодон, антикодон.

2.5. Генетика индивидуального развития организма

Жизненные циклы развития у растений (гаметофит и спорофит). Эволюция циклов. Этапы онтогенеза. Проблемы стабильности генетического материала в онтогенезе. Тототипность ядра соматических клеток (дифференцировка клеток в онтогенезе не обязательно сопровождается необратимой инактивацией генетического материала ядра). Дифференциальная активность генов. Оперонная система регуляции у прокариот. Гены группы I, IIa и IIb у эукариот. Дифференциальная репликация, транскрипция и трансляция как элементы регуляции экспрессии генов группы I у эукариот. Фенотип и среда, норма реакции генотипа. Модификационная изменчивость, ее роль в адаптации организма в изменяющихся условиях существования.

2.6. Изменчивость генетического материала

Общее понятие о мутациях. Классификация мутаций (виды генных: замена, вставка, выпадение азотистого основания; хромосомных: дефишензи, делеции, дубликации, инверсии, транслокации; геномных: автополиплоиды, аллополиплоиды, анеуплоиды. Мутации доминантные и рецессивные, спонтанные и индуцированные, ядерные и цитоплазматические, генеративные и соматические, летальные, сублетальные, витальные, супервитальные. Мутагенез и мутагенные факторы (физические, химические, внутреннего порядка). Ошибки трех *P*: репликация, репарация и рекомбинация – как причины мутаций. Свойства полиплоидов и анеуплоидов, значение в видообразовании и селекции.

2.7. Генетика популяций

Внутривидовой полиморфизм по Л.Ф. Правдину. Популяция – элементарная единица эволюционного процесса. Виды популяций. Частота генотипов и гамет в популяции. Закон Хардли-Вайнберга. Давление мутаций, естественного отбора, дрейфа генов, изоляция и миграция как микроэволюционные факторы. Методы определения генетического состава популяции, действия факторов давления мутаций, естественного отбора и дрейфа генов. Комбинативная (рекомбинативная и соотносительная) изменчивость и волны жизни как микроэволюционные факторы. Генофонд популяций.

Заключение. Прикладные аспекты генетики

Генетика как теоретическая основа селекции. Генетические аспекты гетерозиса и имбридинга. Основы и перспективы развития генной и геномной инженерии. Задачи, традиционные и специфические методы сохранения генофонда лесных фитоценозов и ценных культурценозов.

3. Рекомендуемая литература

А) Основная литература

1. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика: В 3-х т. М.: Мир, 1987. – Т. I. – 295 с.: ил.; 1988. - Т. II. - 368 с., ил.; Т. III. - 335 с.: ил.
2. Гуляев Г.В. Генетика: учебн. для с.-х. вузов. 3-е изд. М.: Россельхозизд., 1983. – 240 с.
3. Гуляев Г.В., Мальченко В.В. Словарь терминов по генетике, цитологии, селекции, семеноводству и семеноведению. М.: Россельхозиздат, 1983. - 240 с.
4. Дубинин Н.И. Общая генетика. М.: Наука, 1986. - 559 с.

5. Царев А.П., Погиба С.И., Тренин В.В.. Генетика лесных древесных пород. Петрозаводск: Изд. Петрозаводского гос. ун-та, 2000.- 332 с.

Б) Дополнительная литература

6. Гусев С.П. Лесная генетика (термины и определения). Л.: ЛТА, 1984.- 34 с.
7. Джонотан В. Райт. Введение в лесную генетику. М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 470 с.
8. Котов М.М. Генетика и селекция. Йошкар-Ола: МарГТУ, 1997. - Ч. I. - 280 с., Ч. 2. - 108 с.
9. Лобашов М.Е. Генетика. 2-е изд. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1969. - 752 с., ил.
10. Положение о выделении и сохранении генетического фонда древесных пород в лесах СССР. М.: Гослесхоз СССР, 1982. - 23 с.

4. Контрольное задание

4.1. Варианты тестов

По каждому из десяти вариантов предлагается 8 тестовых вопросов:

Вариант 1

1. Кодогену *ТАГ* на ДНК соответствует антикодон на *m*-РНК:
 - а) *ТАГ*; б) *УАГ*; в) *АТЦ*; г) *УТЦ*.
2. Ген – это участок молекулы:
 - а) *m*-РНК; б) ДНК; в) белка; г) аминокислоты.
3. Клеточная инженерия занимается:
 - а) получением рекомбинативных молекул ДНК;
 - б) получением белков-антител;
 - в) изучением половых хромосом;
 - г) культивированием клеток и тканей.
4. Добавление или замену одного нуклеотида в молекуле ДНК относят к:
 - а) хромосомным мутациям;
 - б) гаплоидии;
 - в) полиплоидии;
 - г) генным мутациям.
5. Количество возможных вариантов гамет у особи с генотипом *AaBb* равно:
 - а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
6. У кареглазых темноволосых родителей (доминантные признаки) дочь голубоглазая, светловолосая. Определите генотипы ее родителей.
 - а) *AABB, aabv*;
 - б) *AABv, aaBB*;

- в) $aaBB, AaBB$;
г) $AaBb, AaBb$.

7. Какой генотип имеет женский родительский экземпляр в скрещивании: ♀ ? x ♂ aa , если в F_1 были особи в соотношении $1Aa: 1aa$:
а) aa ; б) AA ; в) Aa ; г) $AaAa$.
8. Причина дрейфа генов:
а) саморегуляция;
б) территориальные связи;
в) круговорот веществ;
г) популяционные волны.

Вариант 2

1. Урацил образует комплементарную связь с:
а) аденином; б) тиминном; в) цитозинном; г) гуанином.
2. Укажите последовательность процессов, происходящих в рибосомах:
а) m -РНК отрывается от u -РНК и выталкивается из рибосомы;
б) рядом расположенные аминокислоты на рибосоме взаимодействуют с образованием пептидной связи;
в) рибосома нанизывается на u -РНК, в ней размещаются два триплета;
г) к двум триплетам присоединяются два комплементарных триплета m -РНК с аминокислотами;
д) рибосома перемещается на соседний триплет, к которому m -РНК доставляет новую аминокислоту.
3. Какие из органоидов и структурных элементов клетки способны к сохранению и воспроизводству наследственной информации:
а) аппарат Гольджи;
б) ЭПС;
в) митохондрии;
г) лизосомы;
д) пластиды;
е) хромосомы.
4. Совокупность всех наследственных задатков клетки или организма – это:
а) гены; б) геном; в) генотип; г) генофонд.
5. Количество фенотипов при скрещивании Aa x Aa в случае полного доминирования составляет: а) 1; б) 2; в) 3.
6. Выберите генотип черной коротконогой собаки, гетерозиготной только по признаку длины ног, если у собак черная шерсть доминирует над коричневой, а коротконогость (B) – над нормальной длиной ног (b):
а) $AABb$; б) $Aabb$; в) $AaBb$; г) $AABB$.

7. Установите, какому типу скрещивания: 1 – моногибридное, 2 – дигибридное соответствуют приведенные результаты скрещивания двух гетерозигот:

а) 1:1:1:1; б) 9:3:3:1; в) 1:2:1; г) 3:1.

8. Содержит ли большинство дифференцированных клеток многоклеточного организма генетический набор, обеспечивающий развитие целого организма?

- а) как правило, содержит;
- б) как правило, содержит полностью;
- в) содержит только ограниченную часть;
- г) содержит значительную часть генов.

Вариант 3

1. Какой процент нуклеотидов с аденином имеется в молекуле ДНК, если количество нуклеотидов с цитозином в этой молекуле составляет 60% от общего количества?

а) 20%; б) 30%; в) 40%; г) 60%.

2. Процесс переписывания информации с ДНК на и-РНК называется:

а) биосинтезом; б) редупликацией; в) транскрипцией; г) трансляцией.

3. Передача каких наследственных структур из поколения в поколение не связана с хромосомной наследственностью?

- а) симбионтов и вирусов в цитоплазме;
- б) структур пластид;
- в) структур митохондрий;
- г) структур аутосом;
- д) структуры ДНК прокариот;
- е) половых хромосом

4. Какие из перечисленных видов мутаций относятся к типу геномных?

- а) вставка пар азотистых оснований;
- б) изменение гаплоидных наборов хромосом;
- в) изменение участков хромосом;
- г) изменение числа хромосом в наборе;
- д) изменение последовательности азотистых оснований.

5. При скрещивании особей с генотипом $AABv$ и $aaVv$ в последующей генерации не может быть генотипа:

а) $aaVv$; б) $AaVv$; в) $AaBB$; г) $Aavv$.

6. Генотип человека $AaVv$ (темный цвет волос доминирует над светлым, карие глаза – над голубыми). Определите фенотип:

- а) светловолосый кареглазый;
- б) темноволосый кареглазый;

- в) светловолосый голубоглазый;
 - г) темноволосый голубоглазый.
7. При скрещивании белой морской свинки (aa) с черной морской свинкой (AA) в поколении F_1 получается морских свинок:
- а) 75% – черных, 25% – белых;
 - б) 25% – черных, 75% – белых;
 - в) 100% – черных;
 - г) 100% – белых.
8. С чем связана дифференциация клеток многоклеточных организмов:
- а) с утратой генов в генотипе;
 - б) с увеличением количества генов в генотипе;
 - в) с функционированием разных генов в разных клетках;
 - г) с синтезом и функционированием разных белков.

Вариант 4

1. Антикодон t -РНК соответствует определенной аминокислоте и :
- а) рибосомной РНК;
 - б) структуре рибосомы;
 - в) гену на ДНК;
 - г) триплету u -РНК.
2. Определите число нуклеотидов в молекуле ДНК, кодирующей белок, который состоит из 100 аминокислот:
- а) 200; б) 300; в) 400; г) 100.
3. Хромосома делится на два плеча:
- а) центриолью;
 - б) хроматином;
 - в) центромерой;
 - г) веретенном деления.
4. Большинство мутаций рецессивны, поэтому:
- а) всегда полезны;
 - б) всегда проявляются фенотипически;
 - в) не проявляются фенотипически;
 - г) затрагивают все признаки организма.
5. Какие гаметы образуются у особи с генотипом $Aavv$?
- а) Aa , vv ; б) Aav ; в) Av , vv ; г) Av , av .
6. В потомстве кареглазых родителей три кареглазых и один голубоглазый ребенок. Определите генотип родителей, если A – карие глаза доминируют над голубыми.
- а) aa х AA ; б) AA х Aa ; в) AA х AA ; г) Aa х Aa .
7. Аллельными называют гены:

- а) расположенные в одних и тех же локусах гомологичных хромосом;
 - б) в которых хранится информация о признаках организма;
 - в) которые участвуют в образовании ферментов;
 - г) которые проявляются в первом гибридном поколении.
8. В соматических клетках женщин хромосомный набор состоит из:
- а) 44 аутосом и двух X-хромосом;
 - б) 44 аутосом и двух Y-хромосом;
 - в) 44 аутосом и X- и Y-хромосом;
 - г) 22 пар аутосом и X- и Y-хромосом.

Вариант 5

1. Укажите признаки сходства молекул ДНК и и-РНК в клетке:
 - а) состоит из двух спиральноскрученных полинуклеотидных нитей;
 - б) образованы двумя полипептидными нитями;
 - в) являются хранителем наследственной информации;
 - г) участвуют в биосинтезе белков.
 - д) в состав входит аденин, цитозин, гуанин.
 - е) осуществляется реакция матричного типа;
 - ж) в состав входит аденин, тимин, урацил.
2. Молекулы ДНК имеются в хромосомах, хлоропластах и митохондриях:
 - а) прокариот; б) эукариот; в) бактерий; г) вирусов.
3. Какой тип воспроизведения характерен для ДНК?
 - а) дублированный;
 - б) дисперсный;
 - в) консервативный;
 - г) полуконсервативный.
4. В ядре клетки наследственная информация сосредоточена в:
 - а) хромосоме;
 - б) ядрышке;
 - в) кариоплазме;
 - г) ядерной оболочке.
5. В жизни организмов модификационная изменчивость:
 - а) обеспечивает приспособленность к изменениям среды обитания;
 - б) приводит к нарушениям обмена веществ у организмов;
 - в) оказывает вредное воздействие на его жизнедеятельность;
 - г) ведет к появлению мутаций.
6. Как обозначен генотип тригетерозиготы?
 - а) *AABbCC*; б) *AaBbCc*; в) *aabvcc*; г) *AABvcc*.
7. Для какого скрещивания характерно расщепление по фенотипу во втором поколении в отношении 3:1?

- а) дигибридного; б) анализирующего; в) моногибридного; г) полигибридного.
8. Генофондом популяции является совокупность всех составляющих ее:
а) особей; б) модификаций; в) генов; г) фенотипов.

Вариант 6

- Укажите антикодон транспортной РНК соответствующий триплету *TGA* в молекуле ДНК.
а) *AЦУ*; б) *ЦУГ*; в) *УГА*; г) *АГА*.
- Перечислите особенности строения и функций молекулы *и*-РНК
а) ее мономеры-нуклеотиды Г, Ц, А, У;
б) ее мономеры – А, Т, Ц, Г;
в) участвует в биосинтезе белка;
г) выполняет ферментативную функцию;
д) состоит из одиночной полинуклеотидной нити;
е) образует двойную спираль.
- В отличие от мейоза, в процессе митоза происходит:
а) удвоение молекул ДНК;
б) расхождение гомологичных хромосом;
в) образование веретена деления;
г) образование клеток с набором хромосом, равным материнским.
- Свойство организмов, благодаря которому признаки сохраняются и передаются потомству – это:
а) изменчивость; б) рост; в) наследственность; г) развитие.
- Определите генотип особи, гетерозиготной по двум парам аллелей:
а) *аавв*; б) *АВвв*; в) *ААВВ*; г) *АаВв*.
- Определите генотип F_1 , возникший при скрещивании двух гомозиготных растений тыквы с белыми овальными плодами и желтыми круглыми плодами (*A* – белый цвет доминирует над желтым, *B* – круглая форма над овальной):
а) *ААВв*; б) *АаВв*; в) *ааВВ*; г) *ААвв*.
- У кареглазых родителей родилась голубоглазая дочь. Определите генотип родителей, если известно, что кареглазость доминирует над голубоглазостью:
а) *Аа* х *АА*; б) *АА* х *АА*; в) *Аа* х *Аа*; г) *аа* х *АА*.
- Генофондом популяции является совокупность всех составляющих ее:
а) особей; б) модификаций; в) генов; г) фенотипов.

Вариант 7

1. В какой стадии происходит синтез ДНК в митозе?
а) профазе; б) анафазе; в) интерфазе; г) метофазе; д) цитокинезе.
2. Какой процент нуклеотидов с аденином имеется в молекуле ДНК, если количество нуклеотидов с гуанином в этой молекуле составляет 40% от общего числа?
а) 10%; б) 30%; в) 40%; г) 60%.
3. Антикодону ААГ на *m*-РНК соответствует триплет на ДНК:
а) ААГ; б) ТТЦ; в) ЦЦУ; г) УУЦ; д) ТТУ.
4. Обмен генетической информацией между хроматидами гомологичных хромосом характерен для:
а) профазы первого деления мейоза;
б) профазы второго деления мейоза;
в) митоза;
г) оплодотворения.
5. Генетическая однородность особей вида сохраняется, благодаря:
а) изменчивости;
б) доминантности;
в) гетерозиготности;
г) наследственности.
6. Генные мутации не всегда проявляются в первом поколении, так как:
а) всегда рецессивны;
б) всегда доминантны;
в) могут быть как доминантными, так и рецессивными.
7. Определите генотип родителей при дигибридном анализирующем скрещивании:
а) ААВВ х ВвВв;
б) АаВв х аавв;
в) АаВв х АаВв;
г) Вв х Аа.
8. Какие признаки характеризуют совокупность группы особей на уровне популяции:
а) генофонд группы – генетически однородная система;
б) скрещивания внутри группы носит случайный характер;
в) группа занимает определенный ареал;
г) генофонд группы – практически открытая генетическая система;
д) скрещивание внутри группы носит неслучайный характер.

Вариант 8

1. Молекула ДНК – хранитель наследственности в клетке, потому что в ней закодирована информация о:
 - а) первичной структуре молекул белка;
 - б) составе молекул АТФ;
 - в) строении триплета;
 - г) строении аминокислот.
2. Обмен участками гомологичных хромосом во время их конъюгации в профазе мейоза называется:
 - а) инбридингом;
 - б) кроссинговером;
 - в) гетерозисом;
 - г) инверсией.
3. Какие из перечисленных видов мутаций относятся к типу генных?
 - а) изменение последовательности азотистых оснований в ДНК;
 - б) изменение числа хромосом в наборе;
 - в) изменение участков хромосом;
 - г) изменение числа гаплоидных наборов хромосом;
 - д) вставка пар азотистых оснований.
4. Отбор особей в популяции с уклоняющейся от ранее установившейся нормой реакции называют:
 - а) движущим;
 - б) методическим;
 - в) стабилизирующим;
 - г) стихийным.
5. При скрещивании особей с генотипами $AaBb$ с $AaBB$ (гены не сцеплены) доля гетерозигот по обоим аллелям в потомстве составит:
 - а) 75%; б) 50%; в) 25%; г) 0%.
6. Определите генотип потомства в F_1 при скрещивании растений томата $AAbb$ x $aaBB$:
 - а) $aaBb$; б) $AaBb$; в) $AaBB$; г) $AAbb$.
7. Укажите процент вероятности рождения высоких детей у низкорослых гетерозиготных родителей, если низкорослость доминирует над высоким ростом:
 - а) 0%; б) 25%; в) 50%; г) 75%.
8. Укажите, при наличии какого из перечисленных факторов не может поддерживаться равновесие частот аллелей в популяции:
 - а) большая численность популяции;
 - б) миграция особей из других популяций отсутствует;
 - в) мутационный процесс идет на достаточно высоком уровне;

г) внутри популяции идет свободное скрещивание.

Вариант 9

1. В составе молекул *и*-РНК роль матрицы выполняет:
 - а) полипептидная нить;
 - б) плазматическая мембрана;
 - в) мембрана эндоплазматической сети;
 - г) одна из цепей молекулы ДНК.
2. Укажите структуры клетки эукариот, в которой локализованы молекулы ДНК:
 - а) цитоплазма;
 - б) ядро;
 - в) рибосома;
 - г) митохондрии;
 - д) хлоропласты;
 - е) лизосомы.
3. В клетке перед митозом в интерфазе:
 - а) хромосомы выстраиваются в плоскости экватора;
 - б) хромосомы расходятся к полюсам клетки;
 - в) количество молекул ДНК уменьшается вдвое;
 - г) количество молекул ДНК удваивается.
4. Элементарной единицей наследственности называется:
 - а) ген;
 - б) хромосома;
 - в) рибосома;
 - г) генотип.
5. Модификационная изменчивость в жизни организмов:
 - а) ведет к появлению мутаций;
 - б) увеличивает генетическое разнообразие организмов;
 - в) оказывает вредное воздействие на его жизнедеятельность;
 - г) обеспечивает приспособленность к изменениям среды обитания.
6. Вид изменчивости, проявляющейся у растений в засушливых зонах при их регулярном поливе:
 - а) неопределенная;
 - б) генотипическая;
 - в) модификационная;
 - г) мутационная.
7. У томата пурпурный стебель доминирует над зеленым, рассеченные листья – над цельными. Определите фенотип растения с генотипом *AaBb*:
 - а) пурпурный стебель с цельными листьями;

- б) зеленый стебель с рассеченными листьями;
 - в) пурпурный стебель с рассеченными листьями;
 - г) зеленый стебель с цельными листьями.
8. В браке женщины с большими глазами и прямым носом и мужчины с маленькими глазами и римским носом родилось четверо детей, половина из которых имела большие глаза (A) и римский нос (B). Определите генотип матери, если большие глаза (A) и римский нос (B) – доминантные признаки:
- а) $AaVv$; б) $AaBB$; в) $AABB$; г) $AaBv$.

Вариант 10

1. Участок молекулы ДНК, содержащий информацию об одной полипептидной цепи – это:
 - а) триплет; б) хромосома; в) ген; г) генетический код.
2. Какой процент нуклеотидов с цитозином содержит ДНК, если доля ее адениновых нуклеотидов составляет 10% от общего числа?
 - а) 10%; б) 20%; в) 50%; г) 90%; д) 100%.
3. Укажите признаки молекулы ДНК:
 - а) переносит информацию о строении белка из ядра к рибосомам;
 - б) сохраняет наследственную информацию;
 - в) имеет нуклеотид, содержащий тимин;
 - г) имеет нуклеотид, содержащий урацил;
 - д) состоит из двух полинуклеиновых нитей;
 - е) состоит из одной полипептидной нити.
4. Гены, контролирующие развитие противоположных признаков и расположенные в определенном локусе хромосом, называются:
 - а) гетерозиготными;
 - б) неаллельными;
 - в) аллельными;
 - г) гомозиготными.
5. В потомстве красноплодного томата при самоопылении могут появиться растения с желтыми плодами. Это свидетельствует о:
 - а) гетерозиготности родительского растения;
 - б) наличии у гибридов доминантных родителей;
 - в) гомозиготности родительского растения;
 - г) проявлении сцепленных генов.
6. Выберите генотип черной коротконогой собаки, гетерозиготной только по признаку длины ног, если у собак черная масть (A) доминирует над коричневой (a), а коротконогость (B) – над нормальной длиной ног (b):
 - а) $AABb$; б) $AaBb$; в) $AaBb$; г) $AABB$.

7. В потомстве кареглазых родителей три кареглазых и один голубоглазый ребенок. Определите генотип родителей, если A – карие глаза доминируют над голубыми:

а) $aa \times AA$; б) $AA \times Aa$; в) $AA \times AA$; г) $Aa \times Aa$.

8. Изменчивость, играющая решающую роль в эволюции:

а) соотносительная;

б) определенная;

в) мутационная;

г) экологическая.

При ответе на тестовый вопрос необходимо из нескольких предложенных в тексте вариантов, обозначенных разными буквами, выбрать один или несколько правильных. Ответ представляется в краткой форме, против номера теста необходимо поставить буквенное обозначение выбранного или выбранных вариантов. В тестовом вопросе может также предлагаться установить правильность сочетания или последовательность тех или иных событий, этапов, процессов. В этом случае ответ будет представлять буквенное выражение выбранного сочетания или последовательности. Учитывая краткость ответов, тестовая форма контроля позволяет за короткий промежуток времени получить представление об уровне освоения студентами большого количества различных тем, разделов и положений дисциплины. Приведенные в настоящей работе тесты могут быть использованы и студентами дневного отделения для тренировки и подготовки, как к контрольным работам, так и общему зачету. На зачете тесты по усмотрению преподавателя могут быть представлены в письменной, устной или компьютерной форме. Несмотря на некоторые явные преимущества тестовой формы контроля успеваемости не всегда создается точное представление об уровне подготовки студента, поскольку правильность ответа на тест не всегда может быть результатом приобретенных знаний, а быть итогом чисто случайного угадывания. Поэтому в контрольном задании студентам предлагается также решить задачи.

4.2. Варианты задач

По вариантам задания с задачами студент должен дать не только ответ, но и привести само решение задачи. Это позволяет проследить логику принятого решения, правильность использования студентами знаний о закономерностях наследования и применении методов гибридиологического и популяционного анализа. Для студентов заочного

отделения в контрольном задании предлагается 10 вариантов по 4 задачи в каждом варианте.

Вариант 1

1. Нормальное растение гороха скрещено с карликовым. F_1 – нормальное. Определите, какое будет потомство: от самоопыления F_1 , от скрещивания F_1 с исходным нормальным, от скрещивания F_1 с исходным карликовым растением.

2. Дрозофилу с серым туловищем и длинными крыльями скрестили с особью, у которой туловище черное, а крылья короткие. В F_2 было два варианта фенотипов: серое туловище и длинные крылья и черное туловище и короткие крылья, соответственно в соотношении 3:1. Объясните полученный результат, приведите схему скрещивания.

3. У матери первая группа крови (0), а у отца четвертая (AB). Могут ли дети унаследовать группу крови одного из своих родителей?

4. В некоторых популяциях Северо-Западного региона процент особей карельской березы составляет около 0,005%. Если допустить, что признак карельской березы контролируется на моногенном уровне и обусловлен рецессивной мутацией, то какой процент в популяциях составляют особи-носители признака карельской березы, но не проявляющие его фенотипически?

Вариант 2

1. Ель зеленошишечной формы скрещена с красношишечной. В F_1 половина гибридов имела зеленую окраску шишек. Определить генотип исходных родительских форм, если допустить, что ген A обуславливает красную окраску шишек, а его рецессивный аллель a – зеленую. Привести схему скрещивания.

2. Скрещены два растения гороха: $AaBbCC$ x $Aavvcc$ (A – желтая окраска семян, a – зеленая, B – гладкая поверхность семян, b – морщинистая, C – высокорослое, c – низкорослое растение). Какова вероятность появления в потомстве растений, дающих растения с зеленой окраской семян, морщинистой их поверхностью и высокорослых по габитусу?

3. Ген черной масти у кошек сцеплен с полом. Другая аллель этого гена соответствует рыжей масти. Ни одна из этих аллелей не доминирует, так как гетерозиготное животное имеет пятнистую окраску (ее называют иногда «черепаховой»). Какими будут котята от скрещивания

черепаховой кошки с черным котом? При каком скрещивании в потомстве будут черепаховые коты?

4. В популяции на 2000 растений с темными плодами приходится 1 растение, дающее светлые плоды. Известно, что растение со светлыми плодами является рецессивной гомозиготой. Определите в процентах генетическую структуру популяций.

Вариант 3

1. Допустим, что у дуба черешчатого эллиптическая форма желудей доминирует над бочковидной. Напишите генотипы всех растений в следующих скрещиваниях:

- а) эллиптическая \times бочковидная – все потомки эллиптические;
- б) эллиптическая \times бочковидная – половина потомков эллиптическая;
- в) бочковидная \times бочковидная – потомки только бочковидные.

2. У персика опушенный плод B доминирует над гладким b , а белая мякоть плода D – над желтой d . Скрестили два гомозиготных растения персика: у одного плоды голые с белой мякотью, а у другого – опушенные с желтой мякотью. Определите генотипы и фенотипы родителей и гибридов F_1 и F_2 . Каковы ожидаемые результаты от обоих беккроссов?

3. Скрещиваются особи $AaBbCc \times AaBbCc$. Какую часть в потомстве составят особи с генотипом: а) $AAbbCC$; б) $AaBbCc$; в) $aabvcc$?

4. В популяции 80% деревьев имеют красную окраску цветков. Растение с белыми цветками является рецессивной гомозиготой. Какова частота аллелей в этой популяции.

Вариант 4

1. У томатов ген, обуславливающий красный цвет плодов, доминирует над геном желтой их окраски. Какими по цвету окажутся плоды у растений, полученных от скрещивания гомозиготных красноплодных растений с желтоплодными? Какие плоды будут у F_1 ? Перечислите все формы, какие могут получиться от скрещивания одного из красноплодных представителей F_1 с F_2 ? Что получается от скрещивания между собой желтоплодных представителей F_2 ?

2. Сосна с плоским апофизом шишек (A) и черными семенами (B) скрещена с сосной, имеющей крючковатый апофиз (a) и белые семена (b). Определите генотипические и фенотипические классы в F_2 .

3. В семье, где родители имеют нормальное цветное зрение, сын – дальтоник. Гены нормального цветного зрения (D) и дальтонизма (d) располагаются в половых X -хромосомах. Определите генотипы родителей,

сына – дальтоника и вероятность рождения детей, носителей гена дальтонизма.

4. В популяции на 1000 особей приходится 7 прямых и 1 обратная мутация. Определите равновесную концентрацию аллелей в данной популяции.

Вариант 5

1. При скрещивании между собой черных мышей всегда получается черное потомство. При скрещивании же между собой желтых мышей одна треть потомства оказывается черной и две трети желтой. Как это можно истолковать?

2. Растение с зелеными морщинистыми семенами и пазушными цветками было скрещено с растением, имеющим зеленые и гладкие семена и верхушечные цветки. В первом поколении растений, полученных от этого скрещивания, было:

- 59 растений с зелеными гладкими семенами и пазушными цветками;
- 62 растения с зелеными морщинистыми семенами и пазушными цветками;
- 22 растения с желтыми гладкими семенами и пазушными цветками;
- 20 растений с желтыми морщинистыми семенами и пазушными цветками.

Каков вероятный генотип каждого из родительских растений?

3. В результате скрещивания растения с красными цветками и широкими листьями с растением с белыми цветками и узкими листьями первое поколение гибридов имело красные цветки и листья средней ширины. Каково будет расщепление по генотипу и фенотипу во втором поколении гибридов?

4. В популяции сосны, состоящей из 1000 особей, 40% вступили в генеративную стадию развития, но макростробилы образуются только у половины из них, а микростробилы образуются на всех. Определите эффективную величину популяции.

Вариант 6

1. У дурмана пурпурная окраска цветков (A) доминирует над белой (a), а колючие семенные коробочки (B) – над гладкими (b). Скрещены гомозиготные растения дурмана:

а) пурпурные цветки и колючие коробочки \times белые цветки и гладкие коробочки;

б) пурпурные цветки и гладкие коробочки х белые цветки и гладкие коробочки.

F_1 от скрещивания № 1 скрещено с F_1 от скрещивания № 2. Какое получится потомство?

2. Были скрещены два растения со светло-коричневыми плодами. В потомстве было пять типов фенотипов: с темно-коричневыми плодами, коричневыми, светло-коричневыми, желто-серыми и серыми плодами, соответственно, последовательно в соотношении 1:4:6:4:1. Приведите схему скрещивания. Определите фенотипы для каждого генотипа в полученном потомстве.

3. У здоровых родителей сын болен гемофилией. Определите генотипы родителей, их сына, вероятность рождения других больных детей у этих родителей, если ген гемофилии (n) сцеплен с полом.

4. В изолированном насаждении тополей, состоящем из 300 деревьев, 30% – это женские особи и 70% – мужские. Определите скорость дрейфа генов.

Вариант 7

1. У земляники красный цвет плода – доминантный признак, а белый – рецессивный. Гибриды же имеют розовую окраску. Какое расщепление по фенотипу получится при скрещивании двух гибридных особей с розовыми плодами?

2. Были скрещены два растения гороха: с желтыми семенами, гладкой их поверхностью и высокорослое по габитусу с желтыми семенами, морщинистой поверхностью и низкорослое. В потомстве получено:

299 растений с желтыми семенами, гладкой поверхностью, высокорослых;

300 – с желтыми семенами, морщинистыми, высокорослые;

99 – с зелеными гладкими семенами, высокорослые;

101 – с зелеными морщинистыми семенами, высокорослые.

Каковы вероятные генотипы родителей?

3. Рecessивный ген гемофилии (несвертываемость крови) находится в X-хромосоме. Отец девушки страдает гемофилией, тогда как мать в этом отношении здорова и происходит из семьи, благополучной по этому заболеванию. Девушка выходит замуж за здорового юношу. Что можно сказать об их будущих сыновьях, дочерях, а также внуков обоего пола (при условии, что сыновья и дочери не будут вступать в брак с носителями гена гемофилии)?

4. Изолированное насаждение облепихи состоит из 200 особей, из них 30% – это женские особи и 70% – мужские. Определить скорость дрейфа генов.

Вариант 8

1. Нормальный рост у овса доминирует над гигантизмом, раннеспелость – над позднеспелостью. Гены обоих признаков находятся в разных парах хромосом. Какими признаками будут обладать гибриды, полученные от скрещивания гетерозиготных по обоим признакам родителей? Каков фенотип родительских особей?

2. Растение с белыми дисковыми плодами, скрещенное с растением, имеющим белые дисковые плоды, дало: 28 растений с белыми дисковыми плодами, 9 – с белыми шаровидными, 10 – с желтыми дисковыми и 3 – с желтыми шаровидными. Определите генотип родителей.

3. Мужчина с нормальным зрением женился на женщине–дальтонике (рецессивный ген сцеплен с X–хромосомой). Определите генотипы родителей, соотношение фенотипов и генотипов в потомстве.

4. В популяции черного саксаула, состоящего из 2000 особей 4% растений дают светлые плоды. Светлый плод – рецессивный признак. Адаптивная ценность особей со светлыми плодами ниже, чем у деревьев с темными плодами и составляет 0,8. Каков будет фенотипический и генотипический состав популяции следующего поколения?

Вариант 9

1. Черный кроль скрещен с тремя серыми крольчихами. У первых двух крольчих все крольчата серые. А у третьей были черные и серые. Каков вероятный генотип кроля, крольчих и крольчат?

2. Конусовидная форма шишки неполно доминирует над шаровидной, гетерозигота имеет яйцевидную форму шишки. Коричневая окраска семян доминирует над серой. Каково соотношение фенотипов и генотипов в потомстве от скрещивания особи с яйцевидной формой шишки и серыми семенами с гомозиготной особью с шаровидной формой шишки и коричневой окраской семян?

3. Ген волосатости мочек у человека связан с Y–хромосомой. Каков фенотип детей по этому признаку в браке от мужчины, у которого наблюдается волосатость мочек ушей, и нормальной в этом отношении женщины?

4. В изолированном участке культур ели 40% особей – ранней фенологической, 30% – поздней фенологической формы и 30% – со

средними сроками распускания хвои. Ранняя феноформа не полностью доминирует над поздней. Адаптивная ценность в данных условиях среды феноформ следующая: ранняя – 0,8; поздняя – 0,9; со средними сроками – 1. Каков будет генетический состав следующего естественного поколения популяции?

Вариант 10

1. Иммуность к болезни доминирует над поражаемостью. Каким по генотипу и фенотипу будет потомство в F_1 и F_2 от скрещивания поражаемого шютте растения с гомозиготным иммунным? Какое потомство следует ожидать от возвратного и анализирующего скрещивания?

2. Какова вероятность появления полных рецессивных гомозигот от скрещивания: $AaBbccDd \times aabvCcDd$?

3. Девушка-дальтоник с голубыми глазами вышла замуж за кареглазого с нормальным зрением мужчину. Дайте прогноз в отношении заболевания детей в этом браке (дальтонизм обусловлен рецессивным геном, сцепленным с X-хромосомой; голубые глаза – рецессивный признак, не связанный с половыми хромосомами).

4. В популяции ели, состоящей из 900 особей, 81 особь – зеленошишечные (рецессивная гомозигота), а остальные – красношишечные. Коэффициент селекции против зеленошишечной формы составляет 0,1. Определить генотипическую структуру следующего поколения популяции.

По каждой задаче в выполняемой контрольной работе последовательно должны быть представлены исходные данные, решение, выводы или ответ, предусмотренный условием задания. При гибридиологическом анализе необходимо составлять генетические схемы, используя общепринятые символы:

P – родительские организмы, взятые для скрещивания;

\times – скрещивание;

♀ – материнская особь или женский пол, обычно приводится первым в паре скрещивания;

♂ – отцовская особь или мужской пол;

$F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ – гибриды первого, второго, третьего поколения и т.д.;

Гены обозначаются буквами латинского алфавита:

A, B, C и т.д. – доминантные аллели;

a, b, c – соответственно рецессивные аллели;
 AA, BB и т.д. – доминантные гомозиготы;
 aa, bb и т.д. – рецессивные гомозиготы;
 Aa, Bb – гетерозиготы;
 $AaBb$ – дигетерозигота.

При сцепленном наследовании, когда гены A и B сцеплены и находятся в одной хромосоме, вышеприведенный генотип может быть представлен как:

$$\begin{array}{c|c} A & a \\ \hline B & b \end{array}$$

Гены, сцепленные с половыми хромосомами, обычно обозначаются буквенными или индексными символами, например:

$X_a - X$ – хромосома с исследуемым рецессивным геном; $X_A - X$ – хромосома с соответствующим аллельным доминантным геном или $X^+ - X$ – хромосома с доминантным проявлением исследуемого гена, $X^- - X$ – хромосома с рецессивным геном.

Схему скрещивания удобно представлять, используя решетку Р. Пеннета, где обычно по вертикали обозначают варианты гамет, которые дает женская особь, а по горизонтали – мужская. По возможным вариантам сочетания гамет в каждой клеточке решетки определяют генотип потомков.

Поскольку типов и возможных вариантов по закономерностям наследования бесконечное множество и все их рассмотреть в настоящей работе не представляется возможным, мы ограничимся только некоторыми общими рекомендациями. Прежде, чем приступить к гибридиологическому анализу, необходимо из условий задачи установить: рассматриваемые признаки контролируются генами, расположенными в разных хромосомах, или они сцеплены и локализованы в определенных аутосомах или половых хромосомах? Сколько пар аллелей контролируют рассматриваемый или рассматриваемые признаки, какие из признаков (генов) являются доминантными, а какие рецессивными? О доминантности судят по F_1 , в котором эти признаки проявляются, а также по F_2 , где особи с этим признаком преобладают. О количестве генов, контролирующих тот или иной признак или признаки, можно судить по количеству типов фенотипов и расщеплению в F_2 . При моногибридном скрещивании обычно количество фенотипов два и расщепление по фенотипу в F_2 3:1, при анализирующем скрещивании – 1:1, в случае неполного доминирования присутствует и третий промежуточный по проявлению фенотип, расщепление в F_2 – $1AA : 2Aa : 1aa$. При дигибридном скрещивании

обычно 4 фенотипа, расщепление в F_2 – 9:3:3:1, при анализирующем скрещивании 1:1:1:1. В случае взаимодействия неаллельных генов могут наблюдаться различные варианты группировки и сочетания этих групп расщепления по фенотипу в F_2 , например, при комплементарном взаимодействии – 9:7, 9:3:4, 9:6:1, при эпистатическом – 12:3:1, 13:3, при полимерном – 1:4:6:4 и др. Если количество исследуемых аллельных пар генов более двух, то весьма затруднительно и громоздко использовать для этих целей решетку. Так для тригибридного скрещивания решетка Пеннета будет, например, состоять из 64 клеточек, для четырех локусов – 256 и т.д.

Для анализа полигибридных скрещиваний используют общие формулы, по которым можно определить:

2^n – число образуемых типов гамет, где n – количество гетерозиготных локусов или число типов фенотипов в F_2 , где n – число признаков.

Для n -признаков, по которым отличаются родители, по следующим формулам можно установить:

3^n – количество типов генотипов в F_2 ;

4^n – число возможных комбинаций гамет (число клеток в решетке Пеннета);

$(3+1)^n$ – расщепление по фенотипу в F_2 ;

$(1+2+1)^n$ – расщепление по генотипу в F_2 . Если по одному локусу идет расщепление по схеме доминирования, а по другому – по схеме неполного доминирования, то расщепление в дигибридной схеме по фенотипу в F_2 будет составлять $(3+1) \times (1+2+1) = 3:6:3:1:2:2$.

При полигибридном скрещивании можно использовать закон независимого наследования признаков, исходя из которого каждый признак наследуется независимо от другого, т.е. его можно анализировать по моногибридной схеме. Например, скрещиваются $AaBbCc \times Aabbcc$. В задаче спрашивается, какова вероятность появления в потомстве от этого скрещивания особей с генотипом $aabbCC$?

Проведем анализ отдельно по каждому локусу:

по $Aa \times Aa$, вероятность в потомстве с генотипом aa – $p_1 = 1/4$;

по $Bb \times bb$, вероятность в потомстве с генотипом bb – $p_2 = 1/2$;

по $Cc \times CC$, вероятность в потомстве с генотипом CC – $p_3 = 1/2$;

вероятность совместного проявления $aabbCC$ составит

$P_{\text{общ.}} = P_1 \times P_2 \times P_3 = 1/16$.

При решении задач и анализе генетического состава потомства на уровне популяции необходимо использовать закон Харди-Вайнберга, в соответствии с которым в идеальной популяции исходное соотношение концентрации гамет $pA + qa = 1$ и соотношение частот генотипов $p^2AA + 2pq Aa + q^2aa = 1$ из поколения в поколение поддерживается на одном и том же уровне. В природных популяциях в результате действия

микроэволюционных факторов частоты гамет и генотипов будут изменяться и переходить на другой равновесный уровень, причем равновесное состояние будет восстанавливаться в течение одного поколения.

Используя закон Харди–Вайнберга можно определить генетический состав популяции в случае доминирования, когда особи с генотипом AA и Aa фенотипически не различимы. Например, в популяции в природе подсчитали или определили частоту особей, представленных рецессивными гомозиготами, поскольку они имеют фенотипическое проявление. Допустим, частота их в популяции составила 0,04. Отсюда можно определить, какова в популяции частота гамет с геном a . Частота генотипа $g^2 aa = 0,04$, поэтому частота гамет $a = \sqrt{0,04} = 0,2$. Зная частоту гамет с геном a , устанавливаем частоту гамет с геном A : $1 - 0,2 = 0,8$. Подставив полученные значения в формулу Харди-Вайнберга, получаем генетический состав популяции:

$$p^2 AA + 2pgAa + g^2 aa = 1 = 0,64 AA + 0,32 Aa + 0,04 aa$$

Используя основную и видоизмененные выражения формулы Харди–Вайнберга, можно оценить действие различных микроэволюционных факторов: давления мутаций, миграций, естественного отбора, дрейфа генов.

Давление мутаций и миграции

Давление мутаций связано с разной частотой прямых и обратных мутаций.

u – частота прямых мутаций $A \rightarrow a$; v – частота обратных мутаций $a \rightarrow A$;

Δp – скорость изменения концентрации гена, вызываемого обратными мутациями;

Δg – скорость изменения концентрации гена, вызываемого прямыми мутациями;

up – новое появление аллелей a ;

va – новое появление аллелей A .

Зная частоту прямых и обратных мутаций, можно определить равновесную частоту A и a по формулам:

$$P_A = \frac{v}{u+v} ; \quad g_a = \frac{u}{u+v}$$

Действие фактора миграции связано с обменом генами между популяциями. Если популяции имеют разные частоты аллелей, то миграция может приводить к изменению частот аллелей. Непосредственно результаты такого события сходны с последствиями возникновения мутаций, однако миграция изменяет частоты аллелей значительно быстрее, чем мутации. Для вычисления эффекта миграции используют те же уравнения, что и для мутационного процесса.

Давление отбора

Действие естественного отбора как микроэволюционного фактора связано с разной жизнеспособностью фенотипов в популяции. Жизнеспособность или адаптивная ценность W показывает относительную численность потомков, оставляемых особью при формировании генофонда будущей популяции. Если $W_{AA, Aa} = 1$, то это говорит о том, что 100% особей с генотипами AA, Aa оставляют 100% своих потомков, $W_{aa} = 0,2$ – особи с генотипом aa оставляют 20% потомков. При оценке действия фактора отбора используют и другой – обратный адаптивной ценности показатель – коэффициент отбора: $k = 1 - W$. Действие фактора отбора можно проследить и оценить на нижеприведенном примере.

Допустим, несбалансированная искусственно созданная родительская популяция имеет частоту генотипов $AA - 0,7; Aa - 0,2; aa - 0,1$ (всего=1). Особи с разными генотипами (неполное доминирование) имеют разную жизнеспособность: $W_{AA}=1, W_{Aa}=0,75, W_{aa}=0,5$. Какова была бы частота генотипов в следующем поколении в равновесном состоянии, если бы действовал фактор отбора? Для этого сначала определим частоту гамет в родительской популяции. Генотип AA дает гаметы только с геном A с частотой 0,7; генотип aa дает гаметы только a с частотой 0,1, а генотип Aa дает гаметы двух типов: A – с частотой 0,1 и a – с частотой 0,1 (всего 0,2). В результате итоговая частота гамет в родительской популяции составит по $A = 0,7+0,1 = 0,8$; по $a = 0,1+0,1 = 0,2$, всего $0,8+0,2=1$. Подставив в формулу, получим концентрацию равновесного состава генотипов в первом поколении, но без учета фактора влияния отбора:

$$p^2AA + 2pgAa + g^2aa = 1 = 0,64AA + 0,32Aa + 0,04aa.$$

Поскольку действует фактор отбора и генотипы имеют разную адаптивную ценность, то доля участия особей с генотипом Aa уменьшится до 75%, а с генотипом aa – до 50%, т.е. составит: $0,64 \times 1AA + 0,32 \times 0,75Aa + 0,04 \times 0,5aa = 0,64AA + 0,24Aa + 0,02aa = 0,9$. Принимая итоговое значение общей частоты 0,9 за 100%, т.е. за 1, пропорционально увеличиваем частоты генотипов, для этого умножаем их на коэффициент приведения $1:0,9=1,11$ и в приведенном виде получаем соотношение генотипов в первом поколении с учетом действия фактора отбора: $0,71AA$

+ $0,27Aa + 0,02aa = 1$. По аналогии можно рассчитать и генетический состав в следующих поколениях.

Дрейф генов

Действие фактора дрейфа генов связано со случайными явлениями и зависит от ошибки выборки. Чем больше популяция по численности, тем меньше ошибка выборки и меньше влияние этого фактора. Дрейф генов ведет к гомозиготизации популяции. Скорость дрейфа генов или коэффициент гомозиготизации (K) определяется по формуле:

$$K = (N_{\text{♀}} + N_{\text{♂}}) : (8N_{\text{♀}} \times N_{\text{♂}}),$$

где $N_{\text{♀}}$ – число женских особей, $N_{\text{♂}}$ – число мужских особей.

Коэффициент гетерозиготизации популяции $H = 1 - K$.

Таким образом, определив K и H , можно оценить изменение генетического состава в следующем поколении популяции.

Репродуктивную численность популяции или эффективную величину популяций N_e можно установить по формуле:

$$N_e = (4 N_{\text{♀}} \times N_{\text{♂}}) : (N_{\text{♀}} + N_{\text{♂}})$$

Общие контрольные вопросы

Кроме тестов и задач в контрольном задании предлагаются также общие теоретические вопросы по 10 подвариантам, по 5 вопросов в каждом:

Подвариант 1

1. Какие закономерности выявил Г. Мендель на основе моногибридного скрещивания?
2. Виды нуклеиновых кислот, их строение и роль в сохранении и воспроизводстве наследственной информации.
3. Что характеризует термин – репарация ДНК?
4. Миграция как микроэволюционный фактор.
5. Мутагенные факторы, их классификация.

Подвариант 2

1. Сущность и биологическое значение митоза.
2. Какой процесс характеризует термин «кроссинговер»? Когда и как он осуществляется?
3. Виды геномных мутаций, их свойства.

4. Генетическая природа имбридинга и гетерозиса.
5. Что является спорофитом и гаметофитом у растений?

Подвариант 3

1. Какие правила и закономерности проявляются при дигибридном скрещивании?
2. Сущность и биологическое значение мейоза.
3. В чем сущность сцепленного наследования? С чем оно связано?
4. Онтогенетическая изменчивость. Генетический контроль онтогенеза.
5. Комбинативная (соотносительная) изменчивость и волны жизни как микроэволюционные факторы.

Подвариант 4

1. Какой процесс характеризует термин «транскрипция ДНК»? Как она осуществляется?
2. Какие процессы происходят в интерфазе митоза?
3. Сущность типов взаимодействия аллельных генов. Приведите примеры.
4. Неядерная наследственность.
5. Основные положения хромосомной теории.

Подвариант 5

1. Каковы свойства и особенности наследственного кода?
2. Передача каких генетических структур из поколения в поколение не связана с хромосомной наследственностью?
3. Сущность комплементарного взаимодействия генов. Приведите примеры.
4. Сущность закона Харди–Вайнберга.
5. Классификация генов. На какие группы они делятся?

Подвариант 6

1. Какое содержание вкладывается в понятия «геномная» и «генная инженерия» и «биотехнология»?
2. Строение хромосом. Что характеризует термин «кариотип»?
3. Сущность эпистатического взаимодействия генов. Приведите примеры.
4. Внутривидовая изменчивость, факторы ее определяющие.
5. Сущность метода гибридиологического анализа, который применил Г. Мендель, его характерные особенности.

Подвариант 7

1. Какой процесс характеризует термин «трансляция и-РНК»? Как она осуществляется?
2. Как осуществляется регуляция экспрессии генов?
3. Давление мутаций как микроэволюционный фактор.
4. Что определяет коэффициент наследуемости признака? Компоненты дисперсии признака.
5. Типы хромосомного определения пола. Приведите примеры.

Подвариант 8

1. В чем различие модификационной и мутационной изменчивости?
2. Как осуществляется генетический контроль синтеза белка?
3. Сущность полимерного взаимодействия генов. Приведите примеры.
4. Дрейф генов как микроэволюционный фактор.
5. Что характеризует термин «генофонд древесных пород»? Какие причины обуславливают истощение и потерю генофонда?

Подвариант 9

1. Какие вам известны методы экспериментального получения мутаций?
2. Классификация мутаций.
3. Действие естественного отбора как микроэволюционный фактор.
4. Методы сохранения генофонда древесных пород.
5. Виды хромосомных мутаций.

Подвариант 10

1. Как осуществляется репликация ДНК?
2. Виды генных мутаций, механизм их образования.
3. Изоляция как микроэволюционный фактор.
4. Что характеризует термин «популяция»? Что объединяет особи в одну популяцию?
5. Какова роль отдельных клеточных структур в передаче наследственной информации?

Контрольное задание по общим вопросам преследует целью оценить не только знание студентом общих положений и законов генетики, но и умение излагать материал с использованием специальной терминологии. Ответы на общие вопросы необходимо приводить в виде развернутого текста, но он должен быть достаточно лаконичным. При ответе следует не ограничиваться только общими формулировками, но по возможности

приводить примеры. Это даст представление о глубине усвоения студентами рассматриваемого материала. Желательно также использовать схемы и рисунки для обеспечения более компактного изложения информации. В заключение выполненного контрольного задания необходимо привести список использованной литературы.