

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ.НИЗАМИ**

Шахмурова Г.А., Саитжанова У.Ш.

СБОРНИК ЗАДАЧ

по предмету

«Решение заданий и задач по биологии»

Ташкент – 2020

УДК:57(076.1)

КББ:28.(6Узб)

Аннотация: Решение задач – новый и эффективный методический прием в преподавании современной биологии. Однако широкое внедрение его в нашу учебную практику тормозит отсутствие литературы соответствующих задачников.

Настоящий сборник задач по предмету «Решение заданий и задач по биологии» подготовлен и составлен в соответствии с квалификационными требованиями типовой программы, утвержденной приказом Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан от 25.08.2018 №744 для студентов педагогических вузов, обучающихся по специальности 5110400 – методики преподавания биологии. Методические рекомендации к решению задач для практических занятий по предмету «Решение заданий и задач по биологии» может быть полезен не только студентам вузов, но и магистрам и преподавателям, а также тем, кто интересуется решением задач по биологии.

Составители: Шахмурова Г.А., Саитжанова У.Ш.

Рецензенты:

Эгамбердиева Л.Н. Доцент Чирчикского Государственного педагогического института, к.б.н.

Хайдарова П.Б. Доцент кафедры «Зоологии и анатомии», ТГПУ им. Низами, канд. биол. наук

Рекомендовано решением кафедры биологии и методики ее преподавания протокол №14/1 от 03.05.2020 г.

Одобрено Ученым Советом факультета Естественных наук внеочередным заседанием от 15.05.2020 г.

Утверждено и рекомендовано к печати Ученым советом ТГПУ им. Низами №10 от 26.05.2020г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Раздел I. Ботаника	5
Раздел II. Зоология	9
Раздел III. Человек и его здоровье	14
Раздел IV. Молекулярные основы наследственности	27
Раздел V. Обмен веществ и энергии в клетке	37
5.1. Энергетический обмен	37
5.2. Фотосинтез	40
Раздел VI. Размножение и индивидуальное развитие организма.	47
6.1. Клеточный цикл. Митоз. Мейоз	47
6.2. Размножение. Оплодотворение	51
6.3. Онтогенез – индивидуальное развитие организма	62
Раздел VII. Основы генетики	68
7.1. I и II закон Менделя	68
7.2. III закон Менделя	73
7.3. Анализирующее скрещивание	82
7.4. Кодоминирование	86
7.5. Комплементарное взаимодействие генов	92
7.6. Эпистатическое взаимодействие неаллельных генов	100
7.7. Полимерное взаимодействие неаллельных генов	105
7.8. Плейотропное взаимодействие генов	109
7.9. Сцепленное наследование	114
Раздел VIII. Общебиологические закономерности экосистемного уровня жизни	120
Глоссарий	128
Список использованной литературы	138

ВВЕДЕНИЕ

При изучении таких наук, как математика, физика или химия, задачи играют существенную роль. Биологи же в учебном процессе до самого последнего времени задачами не пользовались. А между тем современная биология содержит немало материала, при изучении которого задачи могут оказать значительную пользу, выявить и раскрыть в теории самое главное, активно овладеть им и сознательно строить дальнейшее на этой прочной основе, а также умелое использование их экономит время при лучшем дидактическом эффекте.

Цель предполагаемого издания настоящего сборника задач помочь студентам испытать себя в решении типовых и наиболее сложных задач по биологии, а также помочь студентам овладеть приемами решения биологических задач. Книга не содержит объемного теоретического материала, дающего представление о современном состоянии этой науки. Однако для качественной подготовки и успешного решения задач необходимо много заниматься и работать с учебной и дополнительной литературой. Полный список рекомендуемой литературы приводится в конце книги.

Сборник задач по биологии содержит разного уровня сложности задачи. Методические рекомендации рассматривают общие принципы оформления и решения биологических задач, приводятся методические рекомендации, облегчающие их решение по конкретным темам, предлагаются задачи с ответами. Теоретический материал дается в кратком изложении. Рекомендуется в качестве дополнительного материала к лекционному курсу по решению заданий и задач по биологии, а также может быть использован для самостоятельной работы студентов и проверки их знаний. По этой причине в сборнике отсутствует перечень ответов.

Методические рекомендации к решению задач по практическим занятиям предмета «Решение заданий и задач по биологии» призваны углубить и закрепить знания студентов по всем разделам биологии, привить им навыки творческого подхода к изучаемым дисциплинам, а также пробудить интерес к элементам самостоятельной работы. Задачи нестандартного содержания приводятся как необходимое дополнение к типовым; они позволяют гораздо лучше раскрыть и проиллюстрировать теоретический материал способствуют развитию сообразительности навыков биологического мышления.

Сборник рассчитан для студентов по специальности 5110400 – методики преподавания биологии, а также для тех, кто интересуется решением задач по генетике.

РАЗДЕЛ I. БОТАНИКА

Методические рекомендации

Ботаника это наука, которая занимается исследованием жизни растений. Этот раздел биологии формировался в 17-18 веке. Предмет исследований ботаники это растения, их строение, развитие, родственные связи, возможность хозяйственного применения растений и т.д.

Ботаника изучает **процессы жизнедеятельности растений** (как они живут: появляются, растут, развиваются, дышат, за счет чего питаются, что с ними происходит зимой и др.), их внешнее и внутреннее строение, размножение, распространение, взаимосвязи с окружающей средой и многое другое.

Ботаника охватывает широкий круг проблем: закономерности внешнего и внутреннего строения (морфология и анатомия) растений, их систематику, развитие в течение геологического времени (эволюция) и родственные связи (филогенез), особенности прошлого и современного распространения по земной поверхности (география растений), взаимоотношения со средой (экология растений), сложение растительного покрова (фитоценология, или геоботаника), возможности и пути хозяйственного использования растений (ботаническое ресурсоведение, или экономическая ботаника).

Задачи ботаники:

- 1) Изучение растений для повышения их устойчивости, урожайности и выносливости.
- 2) Определение новых видов растений и их применение.
- 3) Определение действия растений на человеческий организм.
- 4) Отметить роль человека в развитие и сохранение растительного покрова Земли.
- 5) Осуществление генетической трансформации растений.

Методы ботаники:

- наблюдение
- эксперимент
- анализ
- современные методы исследования и т.д.

Порядок решения задач по ботанике:

- в первую очередь, внимательно ознакомиться с условием задачи;
- правильно записать дано задачи;
- определить неизвестное;
- иметь знания о процессах жизнедеятельности растений;
- знание точных числовых показателей;
- знание закономерностей внешнего и внутреннего строения, размножения и распространения;
- уметь применять элементарные математические формулы.

Решение задач

1. Какое количество волосков в всасывающей зоне корня кукурузы в 2 мм², если в 1 мм² бывает до 700 волосков.

Дано:

$$S = 2 \text{ мм}^2$$

$$1 \text{ мм}^2 = 700 \text{ волосков}$$

$$N \text{ (волосков) в } 2 \text{ мм}^2 - ?$$

Решение:

$$1 \text{ мм}^2 - 700 \text{ волосков}$$

$$2 \text{ мм}^2 - X \quad X = 1400 \text{ волосков.}$$

Ответ: 1400 волосков.

2. Сколько нитей улотрикса образовалось, если при половом размножении образовалось 256 гамет, из 25% этих гамет образовалась зигота, из 50% зиготы образовали нити улотрикса?

Дано:

$$N = 256 \text{ гамет}$$

$$\text{Зигота} = 25 \% \text{ от гамет}$$

$$\text{Нити} = 50\% \text{ от зиготы}$$

$$N \text{ (нитей)} - ?$$

Решение:

I. Всего образовалось 256 гамет, из 25% гамет образовалась зигота: определяем 25% из 256 гамет: $256 * 25/100 = 64$ гамет = 32 зиготы.

II. Сказано, что из 50% зиготы образовались нити улотрикса: $32/2 = 16$ зигот. Мы знаем, что каждая зигота дает 4 клетки, которые потом превращаются в нити улотрикса, значит $16 * 4 = 64$ нитей.

Ответ: 64 нитей.

3. Определите общее количество гамет, если в результате полового размножения образовались 32 нити улотрикса, если количество зигот, образовавших нити улотрикса составляет 25% от общего количества зигот, если количество гамет образовавших зиготы составляет 50% от общего количества гамет?

Дано:

$$N \text{ (нитей)} = 32$$

$$N \text{ (зигот)} = 25\% \text{ от всех зигот}$$

$$N \text{ (гамет)} = 50\% \text{ от всех гамет}$$

$$N \text{ (общее)} - ?$$

Решение:

I. Находим число зигот по образовавшимся нитям: $32/4 = 8$ зигот

II. Вычисляем 25% от числа зигот: $8 * 25/100 = 2$ зиготы, участвовавшие в образовании нитей.

III. 2 зиготы = 4 гаметы, это число гамет составляет 50% от общего числа гамет, значит общее число гамет равно 8.

Ответ: общее число гамет 8.

4. Вычислите, сколько лет растению, если широких колец в древесине у можжевельника- 45, у саксаула-78, у баобаб – 103 и приняв во внимание, что в течение этих лет 10 раз за лето дождей было 3, а в остальное время по 2 раза?

Дано:

N (колец):

можжевельник- 45,

саксаул-78,

баобаб – 103

n(дождей) 10 раз (3) и (2)

Ск. лет растению-?

Решение:

$$10 \cdot 3 = 30$$

$$10 \cdot (2 \cdot 3) = 60$$

$$30 + 60 = 90 \text{ лет у саксаула.}$$

Ответ: можжевельник- 45, саксаул-90, баобаб – 103.

5. Какова плотность популяции сосны обыкновенной в сосняке, если на 4 площадках площадью 10 на 10 метров каждая, было отмечено соответственно 14,17,12,13 деревьев?

Дано:

$$S = 10 \times 10 \text{ м}$$

1 площадка=14 деревьев

2 площадка=17 деревьев

3 площадка=12 деревьев

4 площадка=13 деревьев

p (популяции сосны)- ?

Решение:

Если средняя плотность популяции сосны на 1 сотку составляет $(14+17+12+13)/4=14$ деревьев, а 1 га = 100 соток, то на 1 га плотность популяции сосны обыкновенной в этом сосняке составит $14 \cdot 100 = 1400$ деревьев.

Ответ: p (популяции сосны)=1400 деревьев.

Задачи для самостоятельного решения

1. При размножении улотрикса образовалось 64 клетки с двумя жгутиками и 16 клеток с четырьмя жгутиками. Сколько новых организмов улотрикса образуется из этих клеток?

2. Сколько нитей улотрикса образовалось, если при половом размножении образовалось 256 гамет, из 25% этих гамет образовалась зигота, из 50% зиготы образовали нити улотрикса?

3. Сколько нитей улотрикса образовалось, если при половом размножении образовалось 128 гамет, из 50% этих гамет образовалась зигота, из 25% зиготы образовали нити улотрикса?

4. Сколько нитей улотрикса образовалось, если при половом размножении образовалось 512 гамет, из 25% этих гамет образовалась зигота, из 50% зиготы образовали нити улотрикса?

5. Сколько нитей улотрикса образовалось, если при половом размножении образовалось 64 гамет, из 50% этих гамет образовалась зигота, из 50% зиготы образовали нити улотрикса?

6. Сколько нитей улотрикса образовалось, если при половом размножении образовалось 32 гамет, из 50% этих гамет образовалась зигота, из 25% зиготы образовали нити улотрикса?

7. Определите общее количество гамет, если в результате полового размножения образовались 128 нитей улотрикса, если количество зигот, образовавших нити улотрикса составляет 25% от общего количества зигот, если количество гамет образовавших зиготы составляет 50% от общего количества гамет?

8. Определите общее количество гамет, если в результате полового размножения образовались 64 нитей улотрикса, если количество зигот, образовавших нити улотрикса составляет 25% от общего количества зигот, если количество гамет образовавших зиготы составляет 50% от общего количества гамет?

9. Определите общее количество гамет, если в результате полового размножения образовались 32 нитей улотрикса, если количество зигот, образовавших нити улотрикса составляет 25% от общего количества зигот, если количество гамет образовавших зиготы составляет 50% от общего количества гамет?

10. Рассчитайте, сколько литров воды понадобится для следующих растений: 3 куста хлопчатника, 5 растений кукурузы, 3 куста солодки за лето.

11. Какое растение имеет диаметр его нижней части-46 м, в каждой шишке бывает около 200 семян, 196000 семян весят 1 кг?

12. Какое количество волосков в всасывающей зоне корня кукурузы в 2 мм², если в 1 мм² бывает до 700 волосков.

13. Вычислите, сколько лет растению, если широких колец в древесине у можжевельника- 45, у саксаула-78, у баобаба – 103 и приняв во внимание, что в течение этих лет 10 раз за лето дождей было 3, а в остальное время по 2 раза?

14. Какова плотность популяции сосны обыкновенной в сосняке, если на 4 площадках площадью 10 на 10 метров каждая, было отмечено соответственно 11,15,18,12 деревьев?

15. Вычислите количество спермиев, участвующих в образовании семян, если в корзинке подсолнечника образовалось 740 семян.

РАЗДЕЛ II. ЗООЛОГИЯ

Методические рекомендации

Зоология — это наука, изучающая строение, жизнедеятельность, видовое многообразие животных, а также их значение в природе и жизнедеятельности человека.

По современной систематике, все животные организмы объединены в единое царство, насчитывающее свыше 1,5 миллиона видов. Среди них есть крохотные организмы, видимые только под микроскопом (амеба обыкновенная — 0,2-0,5 мм) и великаны, например киты до 30 м. По количеству видов царство животных превосходит все другие царства, вместе взятые. Одни из них приспособлены к жизни на суше, другие — в воде, третьи — в воздухе. Многие животные обитают в земле.

Современная зоология — система наук о животных. Среди них морфология и анатомия, изучающие внешнее и внутреннее строение организмов, цитология — их клеточное строение; физиология изучает деятельность клеток, органов, систем органов и целых организмов. Основы эмбриологии рассматривают индивидуальное развитие организмов, систематика — классификацию животных. Важную часть зоологии составляет экология, рассматривающая взаимоотношения животных между собой, с другими организмами и со средой обитания. Палеонтология изучает ископаемых животных и их изменения в процессе исторического развития. В школьный курс зоологии включены основы и других наук: генетики, изучающей закономерности наследственности, зоогеографии — распространение животных, этологии - их поведение.

Умение решать задачи это как объективный критерий оценки глубины усвоения материала. Практическое применение полученных теоретических знаний во время решения задач способствует развитию логического мышления, творческого и аналитического подхода к решению разных проблем, что особенно важно для тех, кто в будущем готовится работать в сфере медицине, экологии, биологии.

Любая деятельность человека требует использования определенных способов действия, т. е. умений и навыков.

Умения - это возможность успешного выполнения действий на основе приобретенных знаний, решение поставленных задач в соответствии с заданными условиями. Например, сравнение растений, относящихся к разным классам (однодольных и двудольных), выявление причин изменчивости организмов, приготовление микропрепарата и др.

Умение включает понимание связи между целью данной деятельности, условиями и способами ее выполнения. Поэтому в психологическую структуру умений входят и знание, и творческое мышление. Приступая к обучению какой-либо новой деятельности, сначала надо определить ее цель, потом показать и дать понять, как осуществлять эту деятельность, в какой последовательности, и сформировать представление о технике ее выполнения.

Осваивая работу, учащийся должен приспособлять ее к имеющимся умениям и навыкам и формировать недостающие в этих новых условиях. Каждое умение проходит в своем формировании ряд этапов, каждому из них свойственна своя психологическая структура.

Каждая биологическая задача состоит из таких основных частей: условие задачи и вопроса, на который необходимо дать ответ. Кроме этого, в ней обязательно есть определенная система взаимосвязей, которая объединяет, что дано и что найти между собой. Характер этих связей и определяет структуру задачи и способы ее решения.

В процессе решения задач по зоологии выделяют определенные этапы.

- в первую очередь, внимательно ознакомиться с условием задачи;
- правильно записать дано задачи
- определить неизвестное;
- иметь знания о закономерностях строения и жизнедеятельности животных;
- знание точных числовых показателей;
- знание процессов, происходящих в организме животных и их особенности;
- уметь применять элементарные математические формулы

Решение задач:

1. У быка в рубце на 1 см^3 приходится 2 млн. инфузорий. Подсчитайте общее количество инфузорий в рубце, если его объем достигает 125 литров.

Дано:

$$S = 1 \text{ см}^3$$

$$N(\text{инфузорий}) = 2 \text{ млн.}$$

$$V = 125 \text{ л}$$

$$N(\text{инфузорий при } V \text{ 125 л}) - ?$$

Решение:

I. Как мы знаем 1 литр составляет 1000 см^3 ; 125 литров составляет 125000 см^3 .

II. Рассчитаем количество инфузорий в рубце быка: $2000000 * 125000 = 250000000000$

Ответ: 250000000000 инфузорий.

2. Масса тела дождевого червя в лесу около 0,51 г. Подсчитайте, какова общая биомасса дождевых червей на 1 га широколиственного леса, если численность дождевых червей достигает около 680 на 1 м^2 .

Дано:

$$M = 0,51 \text{ г}$$

$$S = 1 \text{ га}$$

$$1 \text{ м}^2 = 680 \text{ дожд. червей}$$

$$M(\text{общая}) - ?$$

Решение:

I. Общую биомассу дождевых червей на 1 га широколиственного леса рассчитываем, исходя из того, что 1 га составляет 10000 м².

II. Нам дана масса одного дождевого червя 0,51 г. Для того, чтобы узнать общую биомассу дождевых червей на 1 м² $0,51 \cdot 680 = 346,8$ г.

III. Теперь мы вычисляем массу дождевых червей на 1 га $346,8 \cdot 10000 = 3468000$ г.

Ответ: 3468000 г.

3. Севрюга вымётывает до 400 тыс. икринок. Из них вылупляются личинки 10% которые скатываются в море в виде сформировавшихся рыбок, а остальные 90% погибают. Подсчитайте количество молодых рыб севрюги может дожить до половой зрелости, если процент выживаемости определяется в 0,01?

Дано:

N(икринок) = 400 тыс.

Погибают - 90%

Выживают - 10%

Выживаемость - 0,01 %

N(молодых рыб) - ?

Решение:

I. В условии сказано, что из 100% икринок погибают 90%, из этого всего количества 10 % выживают.

II. Всего 400000 икринок, процент выживаемости 0,01: $400000 \cdot 0,01 = 4000$ рыбок могут дожить до половой зрелости.

Ответ: 4000 рыбок.

4. На каждый килограмм массы тела тигр съедает около 40 г мяса в сутки. Определите массу тела тигра, если в течение 30 суток тигр съел до 360 кг мяса.

Дано:

m (мяса на 1 кг тела тигра) = 40 г

t - 30 суток = 360 кг мяса

m(тела тигра) - ?

Решение:

1) Мы знаем, что за 30 суток - 360 кг

1 сутки - x кг x = 12 кг за 1 сутки

2) 1 кг тела - 0,04 кг мяса

X кг тела - 12 кг мяса x = 300 кг

Ответ: m(тела тигра) = 300 кг.

5. В одной кладке самки дафнии бывает примерно 60 яиц. Спустя около 15 суток вылупляются молодые дафнии, которые способны сами откладывать яйца. Сколько дафний может появиться от одной самки за два летних месяца.

Дано:

n (яиц)=60
t=15 суток
n (дафний за 2 месяца)-?

Решение:

1. Если одна самка откладывает 60 яиц, то через 15 суток еще 60 дафний, из них половина самок=30. Каждая самка откладывает еще 60 яиц: за месяц $30 \cdot 60 = 1800$ дафний (900 самок). Через 15 суток 900 самок откладывают еще 60 яиц: $900 \cdot 60 = 54000$ дафний (27000 самки)

2. Затем каждая из 27000 самок откладывает по 60 яиц и через 15 дней выходит $27000 \cdot 60 = 16220000 = 1,62$ млн дафний.

Ответ: 1,62 млн дафний.

6. Рыбки семейства шендлерских достигают массы тела до 8 мг, а самая крупная рыба – китовая акула имеет массу тела около 20 тонн. Подсчитайте, во сколько раз масса тела китовой акулы больше массы тела шендлярки.

Дано:

m (шендлерские рыбки)=8мг

m (китовой акулы)=20 тонн

Разница в массе-?

Решение:

1. И так, 8 мг = 0,008 г, 20 тонн = 20000000 г

2. $20000000 / 0,008 = 2500000000$ г = 2,5 млн кг раз больше

Ответ: 2,5 млн кг раз больше.

Задачи для самостоятельного решения

1. Подсчитайте общую биомассу почвенных простейших на 1 га, если биомасса их достигает 7.8 г на 1 м².

2. У быка в рубце на 1 см³ приходится 2 млн. инфузорий. Подсчитайте общее количество инфузорий в рубце, если его объем достигает 125 литров.

3. Эвглена движется в воде со скоростью 150 мкм в секунду. Рассчитайте, какое время потребуется эвглене для преодоления расстояния в 3 мм.

4. Масса тела дождевого червя в лесу около 0,51 г. Подсчитайте, какова общая биомасса дождевых червей на 1 га широколиственного леса, если численность дождевых червей достигает около 680 на 1 м².

5. Рассчитайте общую биомассу дождевых червей на 1 га пахотного слоя чернозема, если численность червей достигает 1223 особи на 1 м², масса одного червя составляет около 0,48 г.

6. В одной кладке самки дафнии бывает примерно 60 яиц. Спустя около 15 суток вылупляются молодые дафнии, которые способны сами откладывать яйца. Сколько дафний может появиться от одной самки за два летних месяца.

7. Двадцать колорадских жуков в течение 30 суток объедят 4000 см² листьев. За свое развитие личинка съедает приблизительно 50 см² листьев

картофеля. Подсчитайте, какую площадь листьев картофеля съедят 1000 колорадских жуков. Сколько личинок колорадского жука могут уничтожить такую же площадь листьев.

8. Длиной всего 3 мм блоха может взлететь на высоту 20 см, а расстояние от стартовой площадки до места приземления составляет 35 см. Подсчитайте, на какую высоту мог бы подпрыгнуть человек, рост которого 180 см.

а) Какое расстояние мог бы преодолеть человек, если он был таким же прыгуном как блоха?

б) на какую высоту смог бы прыгнуть человек, определим, составив пропорцию

9. Самая маленькая рыбка в мире *Paedocypris Progenetica* достигают массы тела до 5 мг, а белая акула имеет массу тела около 3,5 тонн. Подсчитайте, во сколько раз масса тела белой акулы больше массы тела *Paedocypris Progenetica*.

10. Севрюга вымётывает до 400 тыс. икринок. Из них вылупляются личинки 10% которые скатываются в море в виде сформировавшихся рыбок, а остальные 90% погибают. Подсчитайте количество молоди рыб севрюги может дожить до половой зрелости, если процент выживаемости определяется в 0,01?

11. У некоторых рыб, оглушающих добычу или отпугивающих врага разряды постоянного электрического тока, могут иметь напряжение 400 Вт и силу тока около 2А. Подсчитайте, какова может быть мощность электрического разряда рыбы? Определите, достаточно ли производимого рыбами электрического тока, чтобы 100 Вт-ная лампочка вспыхивала как электрическая реклама?

12. Масса тела травяной лягушки 50 г., а масса сердца – 0,175 г. Подсчитайте сердечный индекс травяной лягушки.

13. Колибри – “маленькая звездочка” имеет массу тела около 1,6г. Определите возможную массу яйца этой птички, если яичный индекс равен 12,5.

14. На каждый килограмм массы тела тигр съедает около 40 г мяса в сутки. Определите массу тела тигра, если в течение 30 суток тигр съел до 360 кг мяса.

15. За сутки обыкновенная бурозубка съедает корм, масса которого составляет 150% массы тела самого зверька. Средняя продолжительность жизни бурозубки 11 месяцев. Подсчитайте, сколько килограммов пищи съедает бурозубка за период своей жизни, если масса тела зверька достигает 14 г.

16. Десять колорадских жуков в течение 30 суток объедают 2000 см² листьев картофеля. За свое развитие одна личинка съедает приблизительно 50 см² листьев картофеля. Подсчитайте, какую площадь листьев съедят 1000 колорадских жуков. Сколько личинок колорадского жука могут уничтожить такую площадь листьев картофеля?

РАЗДЕЛ III. ЧЕЛОВЕК И ЕГО ЗДОРОВЬЕ

Методические рекомендации

Человек и его здоровье - раздел биологии, изучающий морфологию человеческого организма, его систем и органов. Изучения данного предмета анатомии и физиология человека являются форма и строение, происхождение и развитие человеческого организма. Анатомия и физиология человека — одна из фундаментальных дисциплин в системе медицинского и биологического образования, тесно связанная с такими отделившимися от неё дисциплинами, как антропология и физиология человека, а также сравнительной анатомией, эволюционным учением и генетикой. Выделение анатомии и физиологии человека из сферы анатомии живых организмов обусловлено не только наличием у человека характерных анатомических признаков, но и формированием у человека мышления, сознания и членораздельной речи.

Современная анатомия и физиология стремится не только описывать факты, но и обобщать их, выяснять не только как устроен организм, но и почему он имеет такое строение. Для ответа на этот вопрос она исследует как внутренние, так и внешние связи организма. Известно, что все в природе взаимосвязано. Также и живой организм человека является целостной системой. Поэтому анатомия и физиология изучает организм не как простую механическую сумму составляющих его частей, не зависимую от окружающей его среды, а как целое, находящееся в единстве с условиями существования.

Обмен веществ и энергии в клетках организма занимает важное место. Питательные вещества являются строительным материалом для организма.

Обмен белков. Белки имеют различные функции в организме. Они являются основным строительным материалом клетки. Органоиды клетки также содержат белки. Большинство процессов, происходящих в клетке, связано с белками. Через белки кислород доставляется к тканям, а углекислый газ удаляется из тканей. Все химические реакции в клетке катализируются белками. Иммунная система, сокращение мышц и ферментативные процессы также связаны с белками.

Белки содержат 20 аминокислот. В результате их сочетаний образуются различные молекулы белка. Белки присутствуют в большинстве растительных и во всех животных продуктах. Белки в кишечнике распадаются на аминокислоты и затем поступают в кровь. В клетке из аминокислот синтезируются белки, необходимые для организма. При распаде 1 г белка образуется 4,1 ккал энергии.

Обмен углеводов. Углеводы являются источником энергии для мозга, мышц и других клеток. При их распаде образуются углекислый газ, вода и выделяется большое количество энергии. Различают *простые* и *сложные* углеводы. **Сложные углеводы** состоят из десятков или сотен молекул простых углеводов (например, глюкозы).

Сложные углеводы в кишечнике расщепляются на **простые углеводы** (например, крахмал на глюкозу) и всасываются в кровь. Гормон желудка инсулин превращает избыток глюкозы в крови в животный крахмал - *гликоген*. Гликоген накапливается в печени и мышцах в виде запаса. При расщеплении с участием кислорода 1 г углеводов выделяет 4,1 ккал энергии. При нехватке глюкозы в крови другой гормон *глюкагон*, продуцируемый поджелудочной железой, расщепляет гликоген до глюкозы. Таким образом, содержание глюкозы в крови остается постоянным (0,10-0,12%).

При снижении гормона поджелудочной железы *инсулина* уровень глюкозы в крови повышается, и возникает заболевание сахарный диабет. При этом заболевании в крови повышается содержание глюкозы, и часть ее выводится с мочой наружу, поэтому заболевание называется сахарным диабетом. До открытия искусственного синтеза инсулина диабет являлся опасным заболеванием. Сейчас больному диабетом рекомендуется регулярно вводить инсулин в кровь, а также употреблять пищу с низким содержанием углеводов. Многие растительные продукты, особенно зерновые, картофель и фрукты, содержат много углеводов.

Обмен жиров. Жир является источником энергии для организма и запасается в подкожной соединительной ткани и вокруг внутренних органов. При расщеплении жиров выделяется в два раза больше энергии, чем при расщеплении углеводов и белков. Кроме того, жир входит в состав мембраны клетки и мембран других органоидов. Жир плохо проводит тепло, поэтому подкожно-жировой слой играет важную роль в поддержании температуры тела. Кроме того, накапливающиеся в ткани жиры защищают органы от механических повреждений, при расщеплении 1 г жира выделяется 9,3 ккал энергии.

Таблица 1

Суточный расход энергии школьников и взрослых 18-40 лет

Род занятий	Расход энергии
Ученики 8-11 лет	1900
Ученики 12-14 лет	2400
Труженики умственного труда	2200-2900
Труженики механизированного труда	2950-3200
Труженики частично механизированного труда	3450-3700
Люди, занятые тяжелым физическим трудом	более 3900-4300

Взрослый человек в течение суток должен потреблять около 100-120 г белка, около 80-110 г жира (в том числе 30 г растительного масла) и около 450-500 г углеводов.

У людей среднего возраста, занятых умственным и не тяжелым физическим трудом, 25-30% пищи от дневной нормы должно быть съедено утром, 35-40% - в обед, 15% - во время второго обеда и 20-25% - вечером во время ужина.

Основными задачами предмета человек и его здоровье являются:

1. Описание строения, формы, положения органов и их взаимоотношений с учетом возрастных, половых и индивидуальных особенностей человеческого организма.

2. Изучение взаимозависимостей строения и формы органов с их функциями.

3. Выяснение закономерностей конституции тела в целом и составляющих его частей.

Порядок решения задач по анатомии:

- в первую очередь, внимательно ознакомиться с условием задачи;
- правильно записать дано задачи;
- определить неизвестное;
- иметь знания о закономерностях систем органов;
- знание точных числовых показателей;
- знание процессов, происходящих в организме и их особенности;
- уметь применять элементарные математические формулы

Решение задач:

1. Взрослый человек за сутки при дыхании в среднем использует 0,5 кг кислорода. 50-летний дуб за год выделяет 20 кг кислорода. Сколько 50-летних дубов должны работать, чтобы обеспечить кислородом одного человека в течение года?

Дано:

Взрослый человек за сутки (O_2) – 0,5 кг

50 – летний дуб- 20 кг (O_2)

N дубов - ?

Решение:

Как известно, в 1 году 365 дней, а 1 сутки=24 часа, находим сколько часов составляет 1 год: $365 \cdot 24 = 8760$ ч. Вычислим, сколько кг кислорода потребляет человек за год:

24 ч – 0,5 кг

1 дуб – 20 кг

8760ч – X X=182,5 кг

X – 182,5 X=9 дубов.

Ответ: 9 дубов.

2. У студента пульс составляет примерно 72 удара в минуту, а систолический объем - примерно 70 мл крови. Определите количество крови, которое сердце перекачивает за 1 час.

Дано:

V=70 мл

t=1 час

Решение:

Для начала необходимо найти минутный объем сердца. Его вычисляют умножением частоты сердечных сокращений на систолический (ударный) объем сердца: $72 \cdot 70 = 5040$

Мы знаем, что в 1 час – 60 минут. т.к. за минуту сердце перекачивает 5040 мл, то $5040 \cdot 60 = 302400$ мл крови.

Ответ: 302400 мл крови.

3. Ольга вегетарианка и употребляла за сутки 450 г углеводов, 100 г белков, 50 г жиров, 4-6 г солей. Определите количество энергии (ккал) завтрака, обеда и ужина, если соблюдался нормальный уровень рациона.

Дано:

m (углеводов) = 450 г

m (белков) = 100 г

m (жиров) = 50 г

m (солей) = 4-6 г

$E = ?$ ккал

Решение:

Нам известно, что 1 г белка=4,1 ккал, 1 г жиров=9,3 ккал, 1 г углеводов = 4,1 ккал. Вычисляем сколько это будет составлять в ккал: $450 \cdot 4,1 = 1845$ ккал, $100 \cdot 4,1 = 410$ ккал, $50 \cdot 9,3 = 465$ ккал. Находим общую сумму ккал: $1845 + 410 + 465 = 2720$ ккал.

Завтрак = 25-30%

Обед = 35-40%

Ужин = 15-20%

2720 – 100%

X – 30% X=816 ккал (завтрак)

2720 – 100%

X – 40% X = 1088 ккал (обед)

2720 – 100%

X – 20% X = 544 ккал (ужин)

Ответ: 816 ккал (завтрак), 1088 ккал (обед), 544 ккал (ужин)

4. В результате обмена веществ в организме человека за сутки образовалось 3600 ккал энергии. Определите количество потребляемых липидов, если 30% энергии образовалось за счет их окисления.

Дано:

$E = 3600$ ккал

$w = 30\%$

липиды - ? ккал

Решение:

Определим 30 % от 3600 ккал. $3600 \cdot 30 / 100 = 1080$ ккал липидов.

Ответ: 1080 ккал липидов.

5. Спирометрия показала, что жизненная емкость легких у испытуемого равна 3800 мл. Из них объем дополнительного воздуха составляет 1700 мл, а резервного – 1500 мл. Сколько воздуха (приблизительно) поступит у этого человека в альвеолы за 1 минуту, если частота дыхания будет 18 в мин.

Дано:

ЖЁЛ=дыхательный объём+дополнительный объём+резервный объём
Дыхательный объём?

Решение:

ЖЁЛ=3800мл

ЖЁЛ=дыхательный объём+дополнительный объём+резервный объём
 $3800 = X + 1700\text{мл} + 1500\text{мл}$

$3800 - 1700 - 1500 = 600\text{мл}$

$600\text{мл} \cdot 18 = 10800\text{мл/мин}$

Ответ: 10800 мл/мин.

6. Методом непрямой калориметрии установлено, что у больного (вес 70кг) основной обмен составляет 2100ккал. На сколько % повышен основной обмен?

Дано:

Основной обмен у больного весом 70кг – 2100ккал
% разницы основного обмена?

Решение:

У здорового взрослого человека весом 70кг составляет 1680ккал, следовательно

$2100 - 1680 = 420\text{ккал}$

$1680 - 100\%$

$420 - X$

$X = 420 \cdot 100 / 1680 = 25\%$

Ответ: основной обмен у больного повышен на 25%.

7. В суточном рационе Рустама с массой тела 70 кг, количество жиров и белков равно. Количество углеводов 2,5 раза больше, чем общее количество белков и жиров. Потенциальная энергия углеводов суточного рациона составляет 2050 ккал. Определите общую энергию (ккал), образующуюся при окислении белков, углеводов и липидов?

Дано:

Основной обмен у больного весом 70кг – 2100ккал

Общая энергия?

Решение:

$2050 / 4,1 = 500$ гр углеводов

$500/2,5=200$ гр белков и липидов
 $200/2=100$ гр белков=липидов
 $100*4,1=410$ ккал белков
 $100*9,3=930$ ккал липидов
 $410+930+2050=3390$ ккал энергии образовалось
Ответ: 3390 ккал энергии образовалось.

8. Из 100 г суточной нормы белков 70% израсходован для синтеза новых белков. Остальная часть подверглась полному окислению. Полученные в составе пищи 80 г липидов полностью подверглись окислению. Из 400 г углеводов суточного рациона 3% запасено в виде гликогена, остальная часть расходована для образования энергии. Определите количество образовавшейся энергии в результате окисления углеводов, белков и липидов.

Дано:

Белки- 100г (70% на синтез белков)
 Липиды- 80 г
 Углеводы- 400 г
 Кол-во энергии - ?

Решение:

1) Из 100 г белков 70% израсходовано на синтез белков, значит 30% на образование энергии: 3% из 400 г запас гликогена 1г - 4.1ккал
 30г - X
 $X=123$ ккал белков

2) 1 г - 9,3 ккал
 80г - X $X=744$ ккал липидов
 3) 3% на гликоген: 400 - 100%
 $X - 3\% \quad x=12$
 $400-12=388$
 1г - 4,1ккал
 388 г - X $X=1590,8$ ккал
 4) $123+744+1590,8=2457,8$ ккал
Ответ: 2457,8 ккал энергии.

9. Человек каждый день делает в среднем 2500-3000 шагов и проходит около 20 км. Какое расстояние он пройдет в течение года и в течение 70 лет жизни?

Дано:

S (1день) - 20 км (2500-3000 шагов)
 S (1год) - ?
 S (70 лет) - ?

Решение:

1) 1 год=365 дней, если 1день- 20 км
 365дней - X
 $X=7300$ км за 1 год
 2) 1 год- 7300 км
 70 лет- X $X=511000$ км

Ответ: S (1год) =7300 км, S (70 лет) = 511000 км.

10. В организме взрослого человека содержится 5 литров крови. У мужчин гемоглобин должен составлять 14% крови, у женщин - 13%. Если в

одном грамме гемоглобина содержится 1,3 мл кислорода, то сколько кислорода может содержаться в крови у мужчин и женщин?

Дано:

V (крови) - 5 л
 Hb (у мужчин) - 14%
 Hb (у женщин) - 13 %
 1 г - 1,3 мл (O₂)
 V (O₂) (у муж. и женщ.) - ?

Решение:

1) 5 л - 100%
 X - 14% X = 0,7 л (у муж.)
 5 л - 100%
 X - 13% X = 0,65 л (у женщ.)
 2) Переведём литры в граммы:
 1 л - 1000 г
 0,7 л - X X = 700 г
 1 л - 1000 г
 0,65 л - X X = 650 г

3) Нам дано, что 1 г = 1,3 мл (O₂), определим у мужчин: 1 г - 1,3 мл
 700 г - X
 X = 910 мл
 у женщин: 1 г - 1,3 мл
 650 г - X
 X = 845 мл

Ответ: у мужчин = 910 мл (O₂), у женщин = 845 мл (O₂).

11. Сердце ребенка в течение 1 минуты сокращается 78 раз и при каждом сокращении выводит в аорту 38,5 см³ крови. Сколько крови выталкивает сердце ребенка в течение суток?

Дано:

1 мин = 78 ударов
 V(крови) = 38,5 см³
 V (крови за сутки) - ?

Решение:

1) 1 сокращение - 38,5 см³
 78 сокращ. - X X = 3003 см³ за 1 м
 2) 1 час - 60 мин
 1 мин - 3003 см³
 60 мин - X X = 180,2 см³ за 1 час
 3) 1 час - 180,2 см³
 24 часа - X X = 4325 см³ за сутки

Ответ: V (крови за сутки) = 4325 см³.

12. В спокойном состоянии сердечный цикл продолжается 0,8 сек., сокращение предсердий продолжается 0,1 сек., желудочков - 0,3 сек., а в течение 0,4 сек. сердце отдыхает. Сколько времени работает и отдыхает сердце в течение суток?

Дано:

t серд.цикл - 0,8 сек.
 t предсердий - 0,1 сек.
 t желудочков - 0,3 сек.
 t отдыха - 0,4 сек.
 Найти t (раб. и отд.) за сут. - ?

Решение:

1) 1 сокращ. - 0,8 сек.
 70 сокращ. - X X = 56 сек за 1 м
 2) 1 час - 60 мин
 1 мин - 56 сек
 60 мин - X X = 3360 сек.

1 час – 3360

24 часа – x $x=80640$ сек в сутки

40320 сек. - работает

40320 сек.- отдыхает

Ответ: 40320 сек. - работает

40320 сек.- отдыхает

13. 1 г гемоглобина присоединяет 1,34 мл кислорода. Если в 100 мл крови содержится 15 г гемоглобина, то сколько кислорода содержится в 1 л крови?

Дано:

1 г (Hb)=1.34 мл (O_2)

100 мл (крови) – 15 г (Hb)

1 л (крови) - ? (O_2)

Решение:

1) 100 мл – 15 г

1000 мл – X г $X= 150$ г (Hb)

2) 1 г – 1,34 мл (O_2)

50 г – X $X= 201$ мл(O_2)

Ответ: 201 мл (O_2).

14. Ребенок в течение 10 минут надул 30 воздушных шаров. Сколько воздуха при нормальной жизненной емкости прошло через его легкие за это время?

Дано:

t (10 мин)- 30 шаров

V (воздуха) - ?

Решение:

3500 мл(ж.ё.л.) – 1 вдох

X - 16 вдохов

$X = 56000$ мл за 1 мин

$56000 * 10$ (мин)= 560000 мл или 560 л.

Ответ: $V=560$ л воздуха.

15. Человек при каждом вдохе через легкие пропускает 500 см³ воздуха. Во вдыхаемом воздухе содержится 21% кислорода, а в выдыхаемом - 16%. В классе 40 учеников, и каждый ученик делает 18 вдохов и выдохов в течение одной минуты. Подсчитайте, сколько кислорода требуется для дыхания одного ученика и всех учеников в течение урока (40 минут).

Дано:

V (воздуха) – 500 см³

O_2 в вдыхаем.-21 %

O_2 в выдыхаем. – 16%

N (учащихся)= 40

1 ученик- 18 вдохов

V (O_2) - ?

Решение:

1) $18 * 500 = 9000$ мл воздуха кажд.учащ.

2) Находим кол-во кислорода:

9000 мл – 100%

X - 21% $X= 1890$ мл O_2 для каж.учащ.

3) $1890 * 40 = 75600$ мл для 40 учащихся.

Ответ: для 1 ученика = 1890 мл O_2 , для 40 учеников= 75600 мл O_2 .

16. В одном литре воздуха содержится 210 см^3 кислорода. Человек потребляет 6 литров кислорода в минуту. Сколько воздуха проходит через его легкие в течение 8-часового рабочего дня?

Дано:

1 л = 210 см^3 (O_2)
 1 мин - 6 л (O_2)
 8 часов - ? (воздуха)

Решение:

1) 1 час - 60 мин
 8 часов - X X = 480 минут
 2) 1 мин - 6 л (O_2)
 480 мин - X X = $2880 \text{ л} = 2880000 \text{ см}^3(\text{O}_2)$

3) 1 л (воздуха) - 210 см^3
 X - 2880000 см^3 X = 604800000 л воздуха

Ответ: 604800000 л воздуха.

17. В рационе питания взрослого человека содержание белков должно быть 15%, жиров - 18%, а углеводов - 67%. Если человек потребляет 2500 ккал в день, то какое количество белков, жиров и углеводов должно быть в его рационе?

Дано:

Белки = 15%
 Жиры = 18%
 Углеводов = 67%
 1 день = 2500 ккал
 Ск. белков, жиров и углеводов - ?

Решение:

1) Белки: 2500 - 100%
 X - 15% X = 375 ккал
 2) Жиры: 2500 - 100%
 X - 18% X = 450 ккал
 3) Углеводы: 2500 - 100%
 X - 67% X = 1675 ккал

Ответ: Белки = 375 ккал, Жиры = 450 ккал, Углеводы = 1675 ккал

18. Организм мальчиков и девочек в спокойном состоянии в течение суток расходует 150 кДж и 130 кДж энергии. Потребление энергии во время занятий возрастает на 30%, а при занятии спортом - на 400%. Сколько энергии потратят дети в течение 3 часов обычного урока и в течение 2 часов занятий спортом?

Дано:

Мальчики - 150 кДж
 Девочки - 130 кДж
 Во время занятий - на 30%
 Во время спорта - на 400%
 Ск. энергии 3 ч уроков и 2 часа спорта - ?

Решение:

1) Во время уроков:
 ♂ 150 - 100%
 X - 30% X = 45, 150 + 45 = 195
 ♀ 130 - 100%
 X - 30% X = 39, 130 + 39 = 169
 2) Во время спорта:
 ♂ 150 - 100%
 X - 400% X = 600,
 150 + 600 = 750 кДж/сут
 ♀ 130 - 100%
 X - 400% X = 520,
 130 + 520 = 650 кДж/сут

3) в течение 3 часов уроков:

$$\text{♂} 195 - 24\text{ч.}$$

$$X - 3\text{ч.} \quad X = 24,375\text{Дж}$$

$$\text{♀} 169 - 24\text{ч.}$$

$$X - 3\text{ч.} \quad X = 21,125\text{кДж}$$

4) в течение 2 часов занятий

спортом:

$$\text{♂} 750 - 24\text{ч.}$$

$$x - 2\text{ч.} \quad X = 62,5\text{кДж}$$

$$\text{♀} 650 - 24\text{ч.}$$

$$X - 2\text{ч.} \quad X = 54,2\text{кДж}$$

Ответ: в течение 3 часов уроков ♂ 24,375Дж, ♀ 21,125кДж
в течение 2 часов занятий спортом ♂ 62,5кДж, ♀ 54,2кДж

19. Вычислите массу почек и их удельный вес здорового человека весом 70 кг в процентах.

Дано:

$$m (\text{тела}) = 70 \text{ кг}$$

m и удельный вес (почек) - ?%

Решение:

$$70 \text{ кг} - 100\%$$

$$0,3 \text{ кг} - X \quad X = 0,43 \%$$

Ответ: удельная масса равна 0,43 %

20. Скорость распространения нервных импульсов составляет 100 м/с. Через какое время при такой скорости нервных импульсов человек ростом 1,8 м почувствует укол иголки на стопе?

Дано:

$$V = 100 \text{ м/с}$$

$$H = 1,8 \text{ м}$$

t - ?

Решение:

$$1 \text{ сек.} - 100\text{м}$$

$$X - 1,8 \text{ м} \quad X = 0,018 \text{ сек.}$$

Ответ: $t = 0.018$ сек.

21. Треть жизни человек проводит во сне. Сколько времени провел во сне в течение жизни 72-летний человек?

Дано:

Во сне - $1/3$ жизни

Возраст - 72 года

t - во сне

Решение:

$$72 / 3 = 24 \text{ года}$$

Ответ: 24 года человек провел во сне.

Задачи для самостоятельного решения

1. У спортсмена общее количество крови в организме составляет примерно 5 литров. Анализ крови показал, что удельная масса плазмы крови

1,025. Сколько граммов хлорида натрия и жира содержится в плазме крови, если плазма составляет 60 % крови.

2. Взрослый человек за сутки при дыхании в среднем использует 0,5 кг кислорода. 50-летний дуб за год выделяет 20 кг кислорода. Сколько 50-летних дубов должны работать, чтобы обеспечить кислородом одного человека в течение года?

3. Минутный объем сердца определяется как количество крови, выбрасываемой каждым желудочком в покое. Его вычисляют умножением частоты сердечных сокращений на систолический (ударный) объем сердца. Систолический объем сердца – количество крови, выбрасываемое каждым желудочком при каждом сокращении. Если сердце женщины осуществляет 65 ударов в минуту и объем крови в ее сердце в конце диастолы составляет 136 мл, а в конце систолы 71 мл, то каковым будет минутный объем сердца?

4. Энергетическая ценность обеда у человека с массой 72 кг равна общей энергии, которая расходуется на обеспечение его основного обмена. Количество употребляемого белка и жира одинаково, количество углеводов в два раза больше белков. Сколько граммов жира и углевода было употреблено?

5. У студента пульс составляет примерно 72 удара в минуту, а систолический объем – примерно 70 мл крови. Определите количество крови, которое сердце перекачивает за 1 час.

6. Если при выполнении физических упражнений выделяется 2000 мл пота, сколько в нем содержится азотистого остатка и поваренной соли?

7. Если человек за минуту поглощает из атмосферного воздуха 250 мл кислорода, какое количество кислорода человек поглощает за сутки и какая часть из этого кислорода поглощается через кожу и органы дыхания?

8. Из 500 г суточной нормы белков 70% израсходован для синтеза новых белков. Остальная часть подверглась полному окислению. Полученные в составе пищи 40 г липидов полностью подверглись окислению. Из 200 г углеводов суточного рациона 3% запасено в виде гликогена, остальная часть расходована для образования энергии. Определите количество образовавшейся энергии в результате окисления углеводов, белков и липидов.

9. В результате обмена веществ в организме человека за сутки образовалось 3600 ккал энергии. Определите количество потребляемых липидов, если 30% энергии образовалось за счет их окисления.

10. Студент массой 50 кг затратил на выполнение ежедневной работы 2000 ккал энергии. Сколько всего энергии (ккал) в сутки образовалось в его организме в результате расщепления органических веществ, если на пищеварение он израсходовал в 10 раз меньше энергии, чем величина энергии, обеспечивающей основной обмен?

11. Взрослый человек в течение дня употребил 80 г жира, 120 г белков и 450 г углеводов. Сколько энергии было потрачено на поддержание нормального уровня температуры тела?

12. Минутный объем сердца составляет 5 л крови. Определите какое количество крови проходит через почки за одну минуту (минутный объем

почек), если объем крови, проходящий через почки, в 11 раз больше, чем через бронхи, которые в одну минуту потребляют 2% всей крови?

13. Укажите количество энергии (ккал), расходуемой человеком с массой 66 кг за сутки для поддержания дыхания, нормальной деятельности сердца, печени и других жизненно важных органов, в условиях полного покоя человека с расслабленной мускулатурой и натошак.

14. Сколько всего позвонков в позвоночнике здорового человека участвуют в образовании копчикового кифоза?

15. Ольга вегетарианка и употребляла за сутки 450 г углеводов, 100 г белков, 50 г жиров, 4-6 г солей. Определите количество энергии (ккал) завтрака, обеда и ужина, если соблюдался нормальный уровень рациона.

16. В рационе питания Тимура количество белков и жиров равны, а количество углеводов на 20 гр больше этого. Определите количество энергии (КДж), выделяемой при ужине, если за день выделяется 3103 КДж энергии.

17. В рационе питания Тимура количество белков и жиров равны, а количество углеводов на 20 гр больше этого. Определите количество энергии (КДж), выделяемой при обеде, если за день выделяется 3103 КДж энергии.

18. Акмаль за 1 мин бега тратит 60 кДж энергии. Через сколько минут бега начнут расщепляться жиры, если запасы углеводов в его организме составляют 136,36 г.

19. Взрослый человек за сутки при дыхании в среднем использует 0,5 кг кислорода, 50-летняя чинара за год выделяет 20 кг кислорода. Сколько 50-летних чинар должны работать, чтобы обеспечить кислородом одного человека в течении года.

20. Рустам должен употреблять за сутки 480 г углеводов, 120 г белков, 100 г липидов и 5-6 г минеральных солей. Определите количество энергии (ккал) обеда, если Рустам соблюдал низкий предел суточного рациона режима питания

21. Рустам должен употреблять за сутки 480 г углеводов, 120 г белков, 100 г липидов и 5-6 г минеральных солей. Определите количество энергии (ккал) ужина, если Рустам соблюдал низкий предел суточного рациона режима питания.

22. Рустам должен употреблять за сутки 480 г углеводов, 120 г белков, 100 г липидов и 5-6 г минеральных солей. Определите количество энергии (ккал) дополнительного питания, если Рустам соблюдал низкий предел суточного рациона режима питания.

23. Рустам должен употреблять за сутки 480 г углеводов, 120 г белков, 100 г липидов и 5-6 г минеральных солей. Определите количество энергии (ккал), образуемой в организме при усвоении суточного рациона.

24. Если студент за сутки съедает 200 г углеводов, 300 г белков, 5 г соли и 100 г жира, то сколько энергии выделяется в его организме и сколько кислорода на это расходуется?

25. Отабек за сутки должен потреблять 480 г углеводов, 120 г белков, 100 г жиров и 5-6 г соли. Если он по правилам режима питания придерживался

во время завтрака верхней границы рекомендованной энергетической ценности пищи, во время ужина – нижней границы, а во время дополнительного завтрака – верхней границы, то рассчитайте энергетическую ценность завтрака, дополнительного завтрака и ужина в ккал?

26. Если соотношение масса белков жиров и углеводов в составе пищи равно 1:1,5 и общее количество выделяемой энергии равно 14450 кДж определите разницу энергии, выделяемую от белков и углеводов (кДж).

27. В суточном рационе профессионального спортсмена количество белков в 1.5 раза больше, чем жиров, а углеводов- 3 раза больше, чем жиров. Количество энергии потраченной на поддержание нормальной температуры тела равно 1387,5 ккал. Сколько грамм белков и углеводов в рационе спортсмена?

28. В пищевом рационе Камила общее количество белков, липидов и углеводов составляет 700 г. Энергия, выделенная в результате расщепления белков, составляет 410 ккал. Энергия, выделенная в результате расщепления липидов, на 520 ккал больше, чем энергия, образованная при окислении белков. Какая часть энергии (ккал) образуется за счет обеда, если Камил придерживался максимального предела рационального питания.

РАЗДЕЛ IV. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Методические рекомендации

Молекулярная биология изучает механизмы хранения и передачи наследственной информации. Задачи по молекулярной биологии встречаются в двух основных темах: нуклеиновые кислоты, генетический код. Задачи можно условно разделить на несколько видов:

1. Установление последовательности нуклеотидов в ДНК, и-РНК, антикодонов т-РНК, используя принцип комплементарности.

2. Вычисление количества нуклеотидов, их процентное соотношение в цепи ДНК, и-РНК.

3. Вычисление количества водородных связей.

4. Определение длины, массы ДНК, и-РНК.

5. Определение последовательности аминокислот по таблице генетического кода.

6. Определение массы ДНК, гена, белка, количества аминокислот, нуклеотидов. Ход и запись первой типовой задачи я показываю на доске, другие задачи учащиеся решают самостоятельно на уроках, дома, на факультативе, соблюдая следующие требования:

1. ход решения должен соответствовать последовательности процессов, протекающих в клетке

2. решать задачи осознано, обосновывать каждое действие теоретически

3. запись решения оформлять аккуратно, цепи ДНК, и-РНК т-РНК прямые, символы нуклеотидов четкие, расположены на одной линии по горизонтали

4. цепи ДНК, и-РНК, т-РНК размещать на одной строке без переноса

5. ответы на все вопросы выписывать в конце решения

Необходимые умения и навыки для решения задач

1. Знать структуру молекул ДНК и РНК
2. Знать определение и свойства генетического кода
3. Уметь пользоваться таблицей генетического кода
4. Уметь применять свойство комплементарности
5. Знать этапы биосинтеза белка (транскрипция, трансляция)
6. Знать функции всех видов РНК (т-РНК, и-РНК, р-РНК)
7. Уметь пользоваться правилом Чаргаффа (В ДНК количество аденина и гуанина равно числу цитозина и тимина, а также $A=T$ и $C=G$)
8. Запомнить численное значение:
 - Относительная молекулярная масса одного нуклеотида 345
 - Средняя молекулярная масса одного аминокислотного остатка 120
 - Расстояние между нуклеотидами в цепи молекулы ДНК 0,34 нм

Первый тип задач - это задачи на установление последовательности нуклеотидов в ДНК, иРНК, антикодонов тРНК используя принцип комплементарности.

Пример. Участок правой цепи молекулы ДНК имеет последовательность нуклеотидов: А-Г-Т-Ц-Т-А-А-Ц-Т-Г-А-Г-Ц-А-Т. Запишите последовательность нуклеотидов левой цепи ДНК.

Дано: ДНК А-Г-Т-Ц-Т-А-А-Ц-Т-Г-А-Г-Ц-А-Т

Решение: ДНК Т-Ц-А-Г-А-Т-Т-Г-А-Ц-Т-Ц-Г-Т-А (нуклеотиды левой цепи ДНК подбираем по принципу комплементарности А-Т, Г-Ц)

Ответ: левая цепь ДНК имеет последовательность нуклеотидов Т-Ц-А-Г-А-Т-Т-Г-А-Ц-Т-Ц-Г-Т-А

Второй тип задач - на вычисление количества нуклеотидов, их процентное соотношение в цепи ДНК, и-РНК.

Пример. В одной молекуле ДНК нуклеотидов с тимином Т -22%. Определите количество (в %) нуклеотидов с А, Г, Ц по отдельности в этой молекуле ДНК.

Дано: Т -22%

Найти: % А, Г, Ц

Решение: 1. согласно правилу Чаргаффа $A+G = T+C$, все нуклеотиды в ДНК составляют 100%. Так как тимин комплементарен аденину, то $A=22\%$.

2. $22+22=44\%$ (А+Т)

3. $100-44=56\%$ (Г+Ц)

4. Так как гуанин комплементарен цитозину, то их количество тоже равно, поэтому $56 : 2 = 28\%$ (Г, Ц)

Ответ: А=22%, Г=28%, Ц=28%

Третий тип задач - на вычисление количества водородных связей.

Пример. Две цепи ДНК удерживаются водородными связями. Определите

число: двойных и тройных водородных связей в этой цепи ДНК, если известно, что нуклеотидов с аденином 12, с гуанином 20 в обеих цепях.

Дано: А-12, Г-20

Найти: 2-х, 3-х, водородных связей в ДНК

Решение:

1. $A=T$, $G=C$, так как они комплементарны

2. Между А и Т двойная водородная связь, поэтому $12 \times 2 = 24$ связи

3. Между Г и Ц тройная водородная связь, поэтому $20 \times 3 = 60$ связей

4. $24+60=84$ водородных связей всего

Ответ: 24 двойных водородных связей, 60 тройных водородных связей, всего 84 водородных связей.

Четвертый тип задач определение длины, ДНК, и-РНК

Пример. Участок молекулы ДНК состоит из 60 пар нуклеотидов. Определите

длину этого участка (расстояние между нуклеотидами в ДНК составляет 0,34 нм).

Дано: 60 пар нуклеотидов

Найти: длину участка

Решение: длина нуклеотида 0,34 нм

$60 \times 0,34 = 20,4$ нм

Ответ: 20,4 нм

Необходимые термины, которые должен знать студент при решении задач на определение последовательности аминокислот и определения массы белка, количества аминокислот и нуклеотидов:

Генетический код - последовательность аминокислот в белке, которая соответствует последовательности нуклеотидов в и-РНК, ДНК.

Свойства кода: триплетность, вырожденность, неперекрываемость, универсальность.

Реакции матричного синтеза:

1. Редупликация- удвоение ДНК
2. Транскрипция – синтез и-РНК на участке ДНК
3. Трансляция- перевод последовательности нуклеотидов и-РНК в последовательность аминокислот в белке.

Триплет – 3 нуклеотида,

кодон – триплет и-РНК,

антикодон - триплет т-РНК,

20 аминокислот - 64 триплета ($4^3=64$), из них 3 не кодируют аминокислоты.

3 нуклеотида=1 триплет=1 аминокислота= 1тРНК

Пример. Фрагмент цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов: ТГГАГТГАГТТА. Определите последовательность нуклеотидов на и-РНК, антикодоны т-РНК и аминокислотную последовательность фрагмента молекулы белка.

Дано: ДНК Т-Г-Г-А-Г-Т-Г-А-Г-Т-Т-А

Найти: и-РНК, т-РНК и аминокислотную последовательность белка

Решение: ДНК Т- Г-Г- А-Г-Т- Г-А- Г- Т- Т- А

и-РНК А-Ц-Ц-У-Ц-А-Ц-У-Ц-А- А-У

т-РНК У- Г-Г- А-Г-У- Г-А-Г- У- У-А

и-РНК разделим на триплеты и по таблице генетического кода определим

аминокислотную последовательность белка: тре, сер, лей, асн.

Ответ: и-РНК А-Ц-Ц-У-Ц-А-Ц-У-Ц-А- А-У

т-РНК У- Г-Г- А-Г-У- Г-А-Г- У- У-А

тре, сер, лей, асн

Пример. Сколько нуклеотидов содержит ген, кодирующий белок из 210 аминокислот?

Дано: 210 аминокислот

Найти: количество нуклеотидов

Решение:

Одной аминокислоте соответствует 3 нуклеотида, поэтому $210 \times 3 = 630$ нуклеотидов

Ответ: 630 нуклеотидов

Решение задач:

1. ДНК были разделены рестриктазами на 15 частей: 1ая - при помощи EcoR1, 2ая - BamH1. Определите сколько водородных связей было разделено между А-Т, если разница водородных связей в ДНК до деления и после равна 116.

Решение:

Как мы знаем, рестриктазы разрезают в такой последовательности - EcoR1- CTGAAG= 10 (8 водородных и 2 фосфодиэфирных)

BamH1 -GGATCC= 12 (10 водородных и 2 фосфодиэфирных)

1.Примем EcoR1 за x, а BamH1 за y. 15 частей получено, значит 13 раз разрезали.

$$\begin{cases} x+y=13 & *8 \\ 8x+10y=116 \end{cases}$$

$$8x+10y=116$$

$$8x+8y=104$$

$$8x+10y=116$$

$$2y=12$$

y=6 BamH1 6 раз разрезал и получилось 7 частей.

13-6=7 раз EcoR1 разрезал и получилось 8 частей.

$$7+8=15 \text{ частей.}$$

2.Теперь мы находим сколько водородных связей было разделено между А-Т.

$$1 - 8$$

$$7 - x \quad x=56 \text{ Н связей (EcoR1)}$$

$$1 - 4$$

$$6 - x \quad x=24 \text{ Н связей (BamH1)}$$

3.Находим общее количество Н связей между А-Т: $56+24=80$ Н связей между А-Т

Ответ: 80 Н связей между А-Т

2. Молекула и-РНК содержит 80 урациловых нуклеотидов, которые составляют 40% от общего количества нуклеотидов. Определите длину ДНК, с которой синтезирована данная РНК (расстояние между нуклеотидами ДНК составляет 0,34 нм).

Решение:

$$\left| \begin{array}{l} \text{A} \\ \text{U} \\ \text{C} \\ \text{G} \end{array} \right| - 80 (40\%)$$

$$80 - 40\%$$

$$\text{X} - 60\% \quad \text{X} = 120 (\text{ACG})$$

$$120 + 80 = 200 \text{ нуклеотидов и-РНК}$$

$$\text{В ДНК} = 400, \text{ т.к. двуцепочечная, но}$$

длину считаем по одной цепи, т.к. они идентичны:

$$200 * 0,34 = 68 \text{ нм}$$

Ответ: длина ДНК=68 нм

3. Молекула и-РНК содержит 80 урациловых нуклеотидов, которые составляют 40% от общего количества нуклеотидов. Определите фосфодиэфирные связи в ДНК, с которой синтезирована данная РНК (расстояние между нуклеотидами ДНК составляет 0,34 нм).

Решение:

	80- 40%
A	X- 60% X=120 (ACG)
U	120+80=200 нуклеотидов и-РНК,
C	из них 199 фосфодиэфирных,
G	связей в ДНК будет 400 нуклеотидов
	значит 199+199=398

Ответ:398 фосфодиэфирных связей.

4. Водородные связи в составе ДНК больше числа тимина на 700, а гуанина 800. Определите длину ДНК. (расстояние между нуклеотидами 0,34 нм)

Решение:

A=Т возьмем условно за X, тогда 2x

Г=Ц возьмем условно за Y, 3y

$2x+3y=Z$

$X=Z-700$

$Y=Z-800$

$2(Z-700)+3(Z-800)=Z$

$(2Z-700)+(3Z-800)=Z$

$4Z=3800$

$Z=950$

Т--- $X=Z-700=950-700=250$ нуклеотидов

Г--- $Y=Z-800=950-800=150$ нуклеотидов

$250-150=400$

$400*0.34=136$ нм

Ответ: длина цепи 136 нм.

5. Фрагменте ДНК 1380 водородных связей цитозин составляет 90 пар. Найдите количество мономеров в полипептидной молекуле образованное в ходе трансляции

Решение:

По формуле $2A+3Г$ имеем:

$2A+3*90=1380$

A(аденин)=555

а так как кол-во тимина равно количеству аденина получаем что

$$A+T=555+555=1110$$

кол-во цитозина в задаче уже дано -90

так как кол-во цитозина равно кол-ву гуанина $G+C=90+90=180$

теперь складываем все азотистые основания чтоб узнать сумму нуклеотидов

$$X=A+T+C+G=1110+180=1290$$

так как 1 аминокислота фиксируется тремя нуклеотидами $1290 \div 3 = 430$

Ответ: 430 аминокислот

Задачи для самостоятельного решения

1. Определите количество нуклеотидов фрагмента двухцепочечной ДНК, если в молекуле и-РНК $C = 33$, $A = 28$, $G = 39$, $U = 24$.

2. Гемоглобин состоит из взаимно схожих двух α и двух β цепей. Определите общее количество нуклеотидов двухцепочечной ДНК, который ответственен за синтез этого белка.

3. В молекуле и-РНК нуклеотиды расположены в следующей последовательности AUGCGAAUCCGACGGCUU. Укажите количество нуклеотидов в молекуле ДНК комплементарных данному и-РНК (а), количество водородных связей (б).

4. Дана цепь ДНК: ЦТА ТАГ ТАА ЦЦА А. Определите: а) первичную структуру белка, закодированного в этой цепи; б) количество (в %) различных видов нуклеотидов в этом гене (в двух цепях); в) длину этого гена.

5. Дана фрагменты одной цепи молекулы ДНК: Т А Т Ц Г Т Г Г А А Ц Г Ц Г А Т А А Г Ц Ц Г А Т. Определите в каждой задаче: а) содержание (в %) каждого вида нуклеотидов; б) длину ДНК; в) структуру второй цепи.

6. Белок глюкогон состоит из 29 аминокислотных остатков. Определите длину и массу гена, кодирующего этот белок, если известно, что средняя молекулярная масса одного нуклеотида 345, а расстояние между нуклеотидами 0,34 нм.

7. Ген, кодирующий белок, имеет длину 796,62 нм. Расстояние между нуклеотидами 0,34 нм. Определите массу белка, который кодирует этот ген, если известно, что относительная масса одной аминокислоты

8. По закону комплементарности в отрезке молекулы ДНК между азотистыми основаниями аденина и тимина имеются две водородные связи, между гуанином и цитозином три водородные связи. Определите общее число водородных связей, если в отрезке ДНК имеется 20000 пар нуклеотидов, в котором пара нуклеотидов гуанина и цитозина в три раза больше, чем пара нуклеотидов аденина и тимина.

9. По закону комплементарности в отрезке молекулы ДНК между азотистыми основаниями аденина и тимина имеются две водородные связи, между гуанином и цитозином три водородные связи. Определите общее число водородных связей, если в отрезке ДНК имеется 20000 пар нуклеотидов, в котором пара нуклеотидов аденина и тимина в 1,5 раза больше, чем пара нуклеотидов гуанина и цитозина.

10. По закону комплементарности в отрезке молекулы ДНК между азотистыми основаниями аденина и тимина имеются две водородные связи, между гуанином и цитозином три водородные связи. Определите общее число водородных связей, если в отрезке ДНК имеется 20000 пар нуклеотидов, в котором пара нуклеотидов гуанина и цитозина в 1,5 раза больше, чем пара нуклеотидов аденина и тимина.

11. По закону комплементарности в отрезке молекулы ДНК между азотистыми основаниями аденина и тимина имеются две водородные связи, между гуанином и цитозином три водородные связи. Определите общее число водородных связей, если в отрезке ДНК имеется 20000 пар нуклеотидов, в котором пара нуклеотидов аденина и тимина в 4 раза больше, чем пара нуклеотидов гуанина и цитозина.

12. Фрагмент ДНК в котором хранится информация об аминокислотной последовательности фермента хемотрипсиноген число азотистого основания - гуанина равно 441 и это составляет 30% от общего числа всех азотистых оснований. Определите количество аминокислот в составе данного фермента.

13. Фермент хемотрипсиноген состоит из 245 аминокислот. В составе двухцепочечной ДНК в котором хранится информация об аминокислотной последовательности данного фермента число азотистого основания - аденина составляет 20% от общего числа всех азотистых оснований. По закону комплементарности в отрезке молекулы ДНК между азотистыми основаниями аденина и тимина имеются две водородные связи, между гуанином и цитозином три водородные связи. Определите количество водородных связей между азотистыми основаниями аденина и тимина в данном отрезке ДНК.

14. Фрагмент ДНК в котором хранится информация об аминокислотной последовательности фермента хемотрипсиноген число азотистого основания - аденина равно 294 и это составляет 20% от общего числа всех азотистых оснований. Определите количество аминокислот в составе данного фермента

15. Фрагмент ДНК состоит из 93 нуклеотидов. Определите число триплетов и нуклеотидов в иРНК, а также количество аминокислот, входящих в состав образующегося белка.

16. Фрагмент ДНК состоит из 102 нуклеотидов. Определите число триплетов и нуклеотидов в иРНК, а также количество аминокислот, входящих в состав образующегося белка.

17. Фрагмент ДНК состоит из 114 нуклеотидов. Определите число триплетов и нуклеотидов в иРНК, а также количество аминокислот, входящих в состав образующегося белка.

18. В ДНК имеется 2700 водородных связей, соотношение А-Т и Г-Ц нуклеотидов 1,5 : 1 соответственно. 20% А-Т нуклеотидов подверглось мутации. Сколько аминокислот может синтезироваться из мутированного ДНК?

19. ДНК были разделены рестриктазами на 15 частей: 1ая - при помощи ECOR1, 2ая - BAHN1. Определите сколько водородных связей было

разделено между А-Т, если разница водородных связей в ДНК до разделения и после равна 116.

20. Разница между нуклеотидами ДНК и аминокислотами, образованными из 3/5 части ДНК равна 1350. Определите длину ДНК (расстояние между нуклеотидами 0,34 нм).

21. Разница между нуклеотидами ДНК и аминокислотами, образованными из 3/5 части ДНК равна 1350. Определите число нуклеотидов в составе ДНК (расстояние между нуклеотидами 0,34 нм).

22. Разница между нуклеотидами ДНК и аминокислотами, образованными из 3/5 части ДНК равна 1350. Определите количество фосфодиэфирных связей в составе ДНК (расстояние между нуклеотидами 0,34 нм).

23. Водородные связи в составе ДНК больше числа аденинов на 1200, а цитозинов 1400. Определите длину ДНК (расстояние между нуклеотидами 0,34 нм).

24. Водородные связи в составе ДНК больше числа тимина на 350, а цитозинов 400. Определите общее число нуклеотидов в составе ДНК (расстояние между нуклеотидами 0,34 нм).

25. Определите общее число фосфодиэфирных связей в ДНК, если число водородных связей в ДНК больше числа тиминов на 1500, а гуанинов на 1200 (расстояние между нуклеотидами 0,34 нм).

26. Определите общее число водородных связей в ДНК, если число водородных связей в ДНК больше числа тиминов на 550, а гуанинов на 300 (расстояние между нуклеотидами 0,34 нм).

27. В двух ДНК содержатся 1000 нуклеотидов. Общее число Т-270. В первом ДНК количество Т-25%, во втором - Г-20%. Определите длину первого ДНК.

28. В двух ДНК содержатся 1000 нуклеотидов. Общее число Т-270. В первом ДНК количество Т-25%, во втором - Г-20%. Определите длину второго ДНК.

29. В двух ДНК содержатся 1560 нуклеотидов. Общее число Т-262. В первом ДНК количество Т-15%, во втором - Г-30%. Определите длину первого ДНК.

30. В двух ДНК содержатся 1560 нуклеотидов. Общее число Т-262. В первом ДНК количество Т-15%, во втором - Г-30%. Определите длину второго ДНК.

31. В двух ДНК содержатся 1560 нуклеотидов. Общее число Т-262. В первом ДНК количество Т-15%, во втором - Г-30%. Определите число водородных связей в составе второго ДНК.

32. Для образования одной пептидной связи в составе белка, было израсходовано 4 молекулы АТФ. Определите сколько молекул глюкозы из 38 молекул, подвергается полному и не полному расщеплению, для синтеза β-цепи в составе гемоглобина.

33. Для образования одной пептидной связи в составе белка, было и израсходовано 4 молекулы АТФ. Определите сколько молекул глюкозы из 40 молекул, подвергается полному и не полному расщеплению, для синтеза α -цепи в составе гемоглобина.

34. Определите число кодонов в и-РНК, если в составе ДНК 180 пар нуклеотидов.

35. Определите число кодонов в и-РНК, если в составе ДНК 120 пар нуклеотидов.

36. Определите число кодонов в и-РНК, если в составе ДНК 240 пар нуклеотидов.

37. Определите число кодонов в и-РНК, если в составе ДНК 360 пар нуклеотидов.

38. С гена, находящегося на фрагменте ДНК, у которого количественное соотношение тимина и гуанина составляет 1:2, синтезирован белок с 87 пептидными связями. Определите количество Т в данном фрагменте ДНК.

39. С гена, находящегося на фрагменте ДНК, у которого количественное соотношение тимина и гуанина составляет 1:2, синтезирован белок с 87 пептидными связями. Определите количество А в данном фрагменте ДНК.

40. С гена, находящегося на фрагменте ДНК, у которого количественное соотношение тимина и гуанина составляет 1:2, синтезирован белок с 87 пептидными связями. Определите количество Г в данном фрагменте ДНК.

41. С гена, находящегося на фрагменте ДНК, у которого количественное соотношение тимина и гуанина составляет 1:2, синтезирован белок с 87 пептидными связями. Определите количество Ц в данном фрагменте ДНК.

42. Молекула и-РНК содержит 80 урациловых нуклеотидов, которые составляют 40% от общего количества нуклеотидов. Определите длину ДНК, с которой синтезирована данная РНК (расстояние между нуклеотидами ДНК составляет 0,34 нм).

43. Молекула и-РНК содержит 80 урациловых нуклеотидов, которые составляют 40% от общего количества нуклеотидов. Определите фосфодиэфирные связи в ДНК, с которой синтезирована данная РНК (расстояние между нуклеотидами ДНК составляет 0,34 нм).

44. Молекула и-РНК содержит 80 урациловых нуклеотидов, которые составляют 40% от общего количества нуклеотидов. Определите количество адениновых нуклеотидов в ДНК, с которой синтезирована данная РНК (расстояние между нуклеотидами ДНК составляет 0,34 нм).

45. Молекула и-РНК содержит 80 урациловых нуклеотидов, которые составляют 40% от общего количества нуклеотидов. Определите количество тимидиловых нуклеотидов в ДНК, с которой синтезирована данная РНК (расстояние между нуклеотидами ДНК составляет 0,34 нм).

46. Белок состоит из 500 аминокислот. Во фрагменте ДНК, где расположен ген, кодирующий данный белок, 30% от всего количества нуклеотидов составляет гуаниловые нуклеотиды. Определите количество адениловых нуклеотидов в данном фрагменте ДНК.

47. Белок состоит из 500 аминокислот. Во фрагменте ДНК, где расположен ген, кодирующий данный белок, 30% от всего количества нуклеотидов составляет гуаниловые нуклеотиды. Определите количество гуаниловых нуклеотидов в данном фрагменте ДНК.

48. Во фрагменте ДНК количество водородных связей на 1400 больше, чем количество адениловых нуклеотидов, и на 1200 большее, чем количество цитидиловых нуклеотидов. Определите длину данного фрагмента ДНК (расстояние между нуклеотидами равно 0,34).

49. Во фрагменте ДНК количество водородных связей на 1400 больше, чем количество адениловых нуклеотидов, и на 1200 большее, чем количество цитидиловых нуклеотидов. Определите количество фосфодиэфирных связей данного фрагмента ДНК (расстояние между нуклеотидами равно 0,34).

50. Общее количество пиримидиновые основания в одной цепи молекулы ДНК, которые составляют 20% от общего количества нуклеотидов, равно 600. Определите количество мономеров белка, синтезированного с данной ДНК.

51. Общее количество пиримидиновые основания в одной цепи молекулы ДНК, которые составляют 20% от общего количества нуклеотидов, равно 600. Определите количество пептидных связей белка, синтезированного с данной ДНК.

52. Общее количество пиримидиновые основания в одной цепи молекулы ДНК, которые составляют 20% от общего количества нуклеотидов, равно 600. Определите длину данной ДНК.

53. В одной цепи ДНК имеются 1200 пуриновых оснований, которые составляет 24% от общего числа всех нуклеотидов. Определите количество всех пуриновых оснований в двуцепочном фрагменте ДНК.

54. В одной цепи ДНК имеются 1200 пуриновых оснований, которые составляет 24% от общего числа всех нуклеотидов. Определите количество всех пиримидиновых оснований в двуцепочном фрагменте ДНК.

55. Из $\frac{3}{5}$ части фрагмента ДНК синтезируется и-РНК. Определите общее количество нуклеотидов фрагмента ДНК, где находится данный ген, если разница количества всех нуклеотидов ДНК и аминокислот белка равна 1350.

56. Фрагмент ДНК имеет длину 54,4 нм. Определите массу двуцепочечного фрагмента (а), количество водородных связей (б), если А и Г соотносятся как 1:3, если масса одного нуклеотида 345, а длина 0,34 нм.

57. Рестриктаза EcoRI узнает последовательность нуклеотидов GAATTC и разрывает связи между GA. В специальных условиях молекула ДНК длиной 100,3 нм была разделена на отрезки А, В, С, D. Общее количество водородных связей во всех образовавшихся отрезках ДНК на 3,2 % меньше, чем в начальной. Если известно, что расстояние между нуклеотидами 0,34 нм, определите разницу количества водородных связей между А и Т в образовавшихся отрезках и начальной молекуле.

РАЗДЕЛ V. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ В КЛЕТКЕ

5.1. Энергетический обмен

Методические рекомендации

Энергетический обмен (катаболизм, диссимиляция) — совокупность реакций расщепления органических веществ, сопровождающихся выделением энергии. Энергия, освобождающаяся при распаде органических веществ, не сразу используется клеткой, а запасается в форме АТФ и других высокоэнергетических соединений. АТФ — универсальный источник энергообеспечения клетки. Синтез АТФ происходит в клетках всех организмов в процессе фосфорилирования — присоединения неорганического фосфата к АДФ.

У аэробных организмов (живущих в кислородной среде) выделяют три этапа энергетического обмена: подготовительный, бескислородное окисление и кислородное окисление; у **анаэробных** организмов (живущих в бескислородной среде) и аэробных при недостатке кислорода — два этапа: подготовительный, бескислородное окисление.

Подготовительный этап

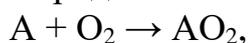
Заключается в ферментативном расщеплении сложных органических веществ до простых: белковые молекулы — до аминокислот, жиры — до глицерина и карбоновых кислот, углеводы — до глюкозы, нуклеиновые кислоты — до нуклеотидов. Распад высокомолекулярных органических соединений осуществляется или ферментами желудочно-кишечного тракта или ферментами лизосом. Вся высвобождающаяся при этом энергия рассеивается в виде тепла. Образовавшиеся небольшие органические молекулы могут быть использованы в качестве «строительного материала» или могут подвергаться дальнейшему расщеплению.

Бескислородное окисление, или гликолиз

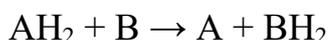
Этот этап заключается в дальнейшем расщеплении органических веществ, образовавшихся во время подготовительного этапа, происходит в цитоплазме клетки и в присутствии кислорода не нуждается. Главным источником энергии в клетке является глюкоза. Процесс бескислородного неполного расщепления глюкозы — **гликолиз**.

Потеря электронов называется окислением, приобретение — восстановлением, при этом донор электронов окисляется, акцептор восстанавливается.

Следует отметить, что биологическое окисление в клетках может происходить как с участием кислорода:



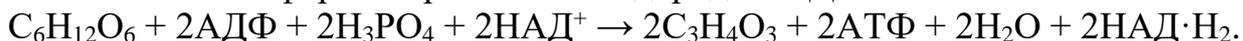
так и без его участия, за счет переноса атомов водорода от одного вещества к другому. Например, вещество «А» окисляется за счет вещества «В»:



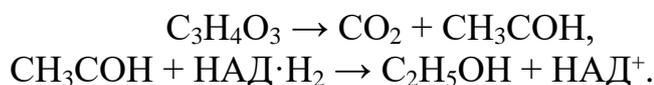
или за счет переноса электронов, например, двухвалентное железо окисляется до трехвалентного:



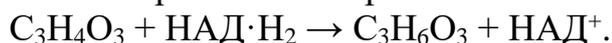
Гликолиз — сложный многоступенчатый процесс, включающий в себя десять реакций. Во время этого процесса происходит дегидрирование глюкозы, акцептором водорода служит кофермент НАД⁺ (никотинамидадениндинуклеотид). Глюкоза в результате цепочки ферментативных реакций превращается в две молекулы пировиноградной кислоты (ПВК), при этом суммарно образуются 2 молекулы АТФ и восстановленная форма переносчика водорода НАД·Н₂:



Дальнейшая судьба ПВК зависит от присутствия кислорода в клетке. Если кислорода нет, у дрожжей и растений происходит спиртовое брожение, при котором сначала происходит образование уксусного альдегида, а затем этилового спирта:



У животных и некоторых бактерий при недостатке кислорода происходит молочнокислое брожение с образованием молочной кислоты:



В результате гликолиза одной молекулы глюкозы высвобождается 200 кДж, из которых 120 кДж рассеивается в виде тепла, а 80% запасается в связях АТФ.

Кислородное окисление, или дыхание

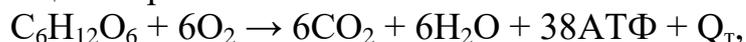
Заключается в полном расщеплении пировиноградной кислоты, происходит в митохондриях и при обязательном присутствии кислорода.

Пировиноградная кислота транспортируется в митохондрии (строение и функции митохондрий). Здесь происходит дегидрирование (отщепление водорода) и декарбоксилирование (отщепление углекислого газа) ПВК с образованием двухуглеродной ацетильной группы, которая вступает в цикл реакций, получивших название реакций цикла Кребса. Идет дальнейшее окисление, связанное с дегидрированием и декарбоксилированием. В результате на каждую разрушенную молекулу ПВК из митохондрии удаляется три молекулы СО₂; образуется пять пар атомов водорода, связанных с переносчиками (4НАД·Н₂, ФАД·Н₂), а также одна молекула АТФ.

Суммарная реакция гликолиза и разрушения ПВК в митохондриях до водорода и углекислого газа выглядит следующим образом:



Суммарная реакция расщепления глюкозы до углекислого газа и воды выглядит следующим образом:



Порядок решения задач по разделу «Обмен веществ и энергии»:

- в первую очередь, внимательно ознакомиться с условием задачи;
- правильно записать условие задачи;

- определить неизвестное;
- иметь знания о закономерностях процесса энергетического обмена;
- знание точных числовых показателей;
- знание этапов энергетического обмена и их особенности;
- знание химических формул и реакций;
- уметь применять элементарные математические формулы.

Решение задач

1. Если голенные мышцы за 1 мин израсходуют 20 кДж энергии, то для 22 мин работы сколько глюкозы израсходуется.

Дано:

t-1 мин.-20 кДж

t – 22 мин - ? г глюкозы

Решение:

1 мин- 20 кДж

22 мин- x x=440 кДж т.к. 1 г углеводов выделяет 17,6 кДж, то $440/17,6=25$ г глюкозы,

Ответ: 25 г глюкозы.

2. Для окисления 1 грамма глюкозы требуется 0,8 л кислорода. Сколько литров кислорода было затрачено на окисление глюкозы, если при этом выделилось 1400 кДж энергии?

Дано:

m(глюкозы)= 1 г

V (O₂)=0.8 л

1400 кДж энергии

V(O₂) - ?

Решение:

1 г-17,6 кДж

x – 1400кДж x=79,5 г глюкозы

1г – 0,8 л

79,5 – x x= 63,6 л O₂

Ответ: 63,6 л O₂

3. В процессе энергетического обмена произошло расщепление 7 моль глюкозы, из которых полностью подверглось только 2. Определите:

а) сколько моль молочной кислоты и CO₂ при этом образовалось?

б) сколько АТФ при этом синтезировано?

в) сколько энергии запасено в этих молекулах АТФ?

г) сколько молей кислорода подверглось расщепления?

Решение:



Ответ: а) 10 моль C₃ H₆ O₃ и 12 моль CO₂

б) 10 + 76 = 86 (моль АТФ)

в) 86 · 40 = 3440 (кДж энергии)

г) 12 моль O₂

4. В результате энергетического обмена в клетке образовалось 5 моль молочной кислоты и 27 моль углекислого газа. Определите:

- сколько всего моль глюкозы израсходовано?
- сколько из них подверглось полному расщеплению, а сколько гликолизу?
- сколько энергии запасено?
- Сколько моль кислорода пошло на окисление?

Решение:



Ответ: а) 7 моль $\text{C}_6 \text{H}_{12} \text{O}_6$

б) 4,5 моль – полному расщеплению, 2,5 - гликолизу

в) $(2,5 \cdot 2 + 4,5 \cdot 38) \cdot 40 = 7040$ (кДж)

г) 27 моль O_2 .

5.2. Фотосинтез

Методические рекомендации

К фототрофам относятся организмы, обладающие пигментом хлорофиллом: растения, лишайники, а также некоторые бактерии. В хлоропластах, содержащихся в клетках зеленых растений, энергия света превращается в химическую энергию. **Фотосинтез** – это процесс образования органических соединений из неорганических благодаря преобразованию световой энергии в энергию химических связей синтезированных углеводов.

Жизненные процессы всех живых организмов прямо или косвенно связаны с фотосинтезом. Органические вещества, выработанные в процессе фотосинтеза, являются источником энергии и питания как для самих растений, так и для всех гетеротрофов. Процесс фотосинтеза выражается формулой:

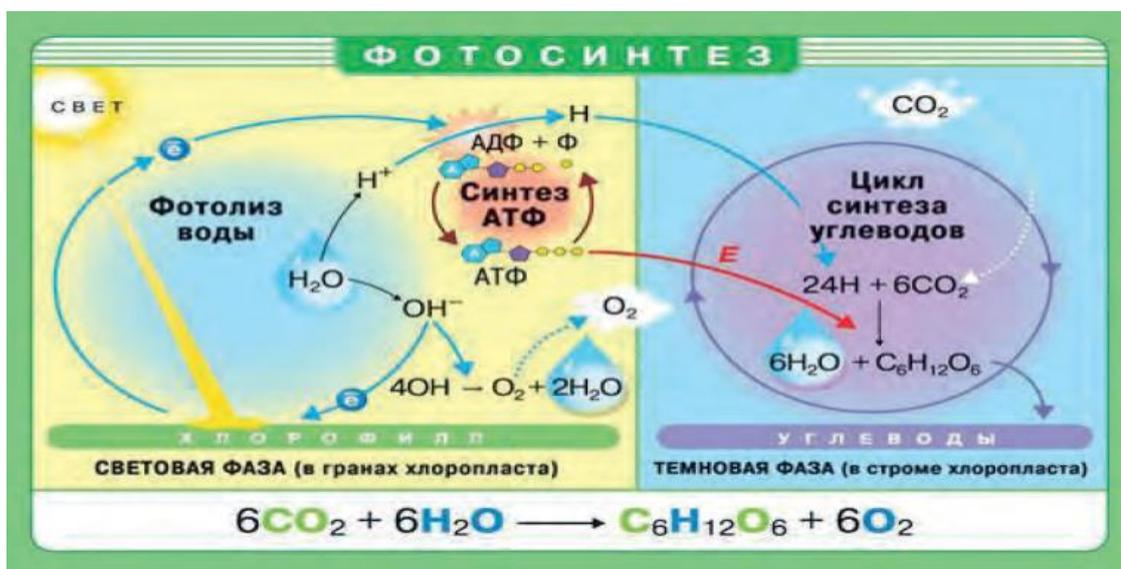
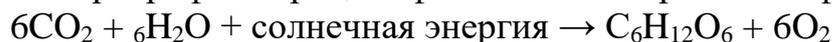


Рис.1. Фотосинтез

Хлорофилл, зеленый пигмент растений, с помощью которого они улавливают энергию солнечного света и осуществляют фотосинтез. В высших растениях хлорофилл локализован в особых клеточных структурах – хлоропластах.

Фотосинтез происходит в две фазы – световую и темновую. Световая фаза происходит в тилакоидах хлоропласта. Начальными компонентами его являются энергия света, вода АДФ, хлорофилл. Молекулы хлорофилла поглощают фотоны – кванты света. За счет энергии электронов, получившие избыток энергии, синтезируются АТФ из АДФ и фосфорной кислоты. Энергия света превращается в химическую энергию АТФ. Энергия электронов превращает ионы водорода в атомы водорода. Это приводит к процессу фотолиза воды. Электроны и ионы водорода реагируют с акцепторами-НАДФ (никотинамиддинуклеотидфосфат), и образуется богатый энергией НАДФ·Н, гидроксиль ионы (ОН⁻) передают свой электрон молекулам хлорофилла и превращаются в свободные радикалы (ОН). В результате взаимодействия радикалов образуются молекулы воды и молекулярный кислород.

В реакциях световой фазы фотосинтеза накапливается энергия (НАДФ·Н и АТФ), выделяется кислород. В темновой фазе реакции осуществляются в строме хлоропластов, куда из тилакоидов поступают богатые энергией вещества: НАДФ·Н и АТФ. Источник углерода – CO₂ – растение получает из воздуха. В реакциях темновой фазы CO₂ восстанавливается до глюкозы, причем этот процесс протекает с затратами энергии, запасенной в молекулах АТФ и НАДФ·Н.

Общая реакция фотосинтеза $12\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

Фотолиз воды $12\text{H}_2\text{O} = 6\text{O}_2 + 24\text{H}^+ + 24\text{e}^-$

Образование НАДФ·Н $24\text{НАДФ} + 24\text{H} + 24\text{e}^- = 24\text{НАДФ}\cdot\text{H}$

Фотофосфорилирование $18\text{АДФ} + 18\text{H}_3\text{PO}_4 = 18\text{АТФ}$

Световые реакции $12\text{H}_2\text{O} + 24\text{НАДФ} + 18\text{АДФ} + 18\text{H}_3\text{PO}_4 = 6\text{O}_2 + 24\text{НАДФ}\cdot\text{H} + 18\text{АТФ}$

Темновые реакции $6\text{CO}_2 + 24\text{НАДФ}\cdot\text{H} + 18\text{АТФ} = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 24\text{НАДФ} + 18\text{АДФ} + 18\text{H}_3\text{PO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$

Порядок решения задач по разделу «Фотосинтез»:

- в первую очередь, внимательно ознакомиться с условием задачи;
- правильно записать условие задачи;
- определить неизвестное;
- иметь знания о особенностях процесса фотосинтеза;
- знание точных числовых показателей;
- знание процессов, происходящих в световой и темновой фазах;
- знание химических формул и реакций;
- уметь применять элементарные математические формулы.

1. Какое количество энергии расходуется для образования 360 г глюкозы?

Дано:

$m(\text{глюкозы})=360 \text{ г}$

$n(\text{энергии})=?$

Решение:

1 молекула глюкозы – 38 молекул АТФ, следовательно, при распаде 1 моль глюкозы выделяется 38 моль АТФ

180 моляр.масса глюкозы

$360/180=2$

360 г глюкозы – 2 моль

$38*2= 76$ моль АТФ, на образование 360 г глюкозы нужно 76 моль АТФ

$76*507\text{г/моль} = 38532 \text{ г АТФ}$

Ответ: 38532 г АТФ требуется для образования 360 г глюкозы

2.Найдите массу образовавшейся глюкозы, если при фотосинтезе использовано 72 молекул CO_2 ?

Дано:

$n(\text{CO}_2)$ -72 молекулы

$m(\text{глюкозы})=?$

Решение:

$12\text{H}_2\text{O}+6\text{CO}_2 = \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 +6\text{O}_2+6\text{H}_2\text{O}$

6 молекул CO_2 – 1 молек.глюкозы

72 молекул CO_2 – X

$X=72*1/6=12$ молек.глюкозы

180 моляр.масса глюкозы

$12*180=2160\text{г}$ глюкозы

Ответ: 2160г глюкозы

3.Сколько молекул CO_2 используется для синтеза 1620г глюкозы?

Дано:

$m(\text{глюкозы})=1620 \text{ г}$

$n(\text{CO}_2)$ -?

Решение:

$1620/180= 9$ молекул глюкозы

6 молекул CO_2 – 1 молек.глюкозы

X – 9 молек.глюкозы

$X=9*6/1=54$ молек. CO_2

Ответ: 54 молек. CO_2

Задачи для самостоятельного решения

1. Если голенные мышцы за 1мин израсходуют 19 кДж энергии, то для 24 мин работы сколько глюкозы израсходуется.
2. Если голенные мышцы за 1мин израсходуют 19 кДж энергии, то для 36 мин работы сколько глюкозы израсходуется.

3. При аэробном расщеплении глюкозы образовалось 190 молекул АТФ, а при анаэробном расщеплении образовалось 19 молекул молочной кислоты. Определите количество молей кислорода, затраченного на окисление глюкозы, какое количество глюкозы расщепляется аэробным, какое количество глюкозы расщепляется анаэробным путем, какое количество энергии в кДж связывается в виде АТФ.

4. Для выбрасывания одного стрекательного волокна из стрекательной клетки гидры необходимо 88 кДж энергии. Сколько граммов пищи понадобится для восполнения затраченной энергии, если при нападении на дафнию было выпущено 7 стрекательных нитей? Нужно учитывать, что в составе пищи 30% липидов, 25% белков

5. В организме лошади при быстром беге произошла диссимиляция неизвестного количества глюкозы. Половина глюкозы подверглась полному расщеплению, а половина- неполному. Всего образовалось 680 АТФ. Сколько всего моль глюкозы подверглось расщеплению?

6. В процессе неполного и полного расщепления глюкозы выделилось 17600кДж энергии, при этом было синтезировано 236 молекул АТФ. Сколько % глюкоза подверглось полному расщеплению? Сколько АТФ потребуется для синтеза 1260 г глюкозы и какое количество АТФ синтезируется в аэробном этапе энергетического обмена при участии этого количества глюкозы?

7. В ходе энергетического обмена выделилось всего 8400кДж энергии выделилось в каждом этапе энергетического обмена?

8. В процессе энергетического обмена в клетках мышц образовано 15444 кДж энергии и 27 молекул CO_2 и 28 молекул молочной кислоты. Определите, сколько энергии (кДж) рассеивается в виде тепла. В процессе энергетического обмена в клетках мышц образовано 15444 кДж энергии и 27 молекул CO_2 и 33 молекул молочной кислоты. Определите, сколько энергии (кДж) рассеивается в виде тепла.

9. В клетке цветкового растения в аэробных условиях на определенном отрезке времени синтезировано 36 АТФ. С теоретической точки зрения, сколько энергии запасается в виде АТФ (кДж) в других частях клетки?

10. Мышцы обеих рук гимнастки при выполнении упражнений с обручем за 1 минуту расходуют 12 кДж энергии. Сколько всего глюкозы расходуется мышцами рук за 25 минут тренировки, если кислород доставляется кровью к мышцам в достаточном количестве?

11. Какое количество энергии (кДж) АТФ требуется для образования 660 г глюкозы?

12. Укажите количество энергии (ккал), расходуемой человеком с массой 66 кг за сутки для поддержания дыхания, нормальной деятельности сердца, печени и других жизненно важных органов, в условиях полного покоя человека с расслабленной мускулатурой и натошак.

13. Во сколько раз меньше энергии (кДж) выделяется при окислении 2,5 г углевода, чем при расщеплении молочной кислоты полученной из 180 г глюкозы?

14. Во сколько раз меньше энергии (кДж) выделяется при окислении 2 г жира, чем при полном расщеплении 135 г глюкозы?
15. Во сколько раз меньше энергии (кДж) выделяется при окислении 5 г белка, чем при расщеплении в митохондриях молочной кислоты, образованной из 198 г глюкозы?
16. Какое количество молекул АТФ требуется для синтеза (а) и сколько молекул АТФ образуется при полном расщеплении (б) 900 г глюкозы?
17. Сколько молекул CO_2 , H_2 и АТФ требуется для образования 900 г глюкозы?
18. Определите количество CO_2 , H_2 и АТФ для образования 1260 г глюкозы?
19. Какое количество АТФ расходуется для образования 360 г глюкозы?
20. В клетке животного из АДФ и фосфорной кислоты синтезировалось 100 70 молекул АТФ. Сколько из них синтезировалось в цитоплазме без участия кислорода?
21. В клетках мышц на втором этапе процесса энергетического обмена расщеплено 5 молекул глюкозы. Укажите, какое количество энергии (кДж) рассеивается в виде тепла на данном этапе.
22. Определенное количество глюкозы в процессе диссимиляции подверглось неполному и полному расщеплению. В результате образовалось 10 молекул молочной кислоты и 30 молекул CO_2 . Сколько энергии (кДж) рассеивается в виде тепла в этом процессе?
23. Какое количество энергии (кДж) рассеивается в виде тепла при полном расщеплении двух молекул молочной кислоты?
24. Определите количество энергии (кДж), которое связывается в молекулы АТФ при аэробном расщеплении 5 молекул молочной кислоты?
25. Определите количество энергии (кДж), которое рассеивается в виде тепла при полном расщеплении двух молекул молочной кислоты?
26. Определите, сколько молекул АТФ израсходуется для образования 1 кг глюкозы?
27. Для образования 180 г глюкозы требуется молекул CO_2 , . . . молекул H_2 , . . . молекул АТФ.
28. Сколько молекул глюкозы образуется, если при фотосинтезе использовано 54 молекулы CO_2 ?
29. Сколько молекул CO_2 используется для синтеза 1620 г глюкозы
30. В процессе диссимиляции подверглось полному расщеплению 2,5 молекул глюкозы. Сколько молекул АТФ было синтезировано?
31. В процессе диссимиляции несколько молекул глюкозы подверглось полному расщеплению. При этом образовалось 95 молекул АТФ. Сколько молекул глюкозы подверглось расщеплению?
32. В процессе диссимиляции несколько молекул молочной кислоты подверглось окислению. При этом образовалось 15 молекул CO_2 . Сколько молекул АТФ было синтезировано при этом?

33. В процессе диссимиляции расщепляется 7 моль глюкозы. Сколько CO_2 (моль) образуется, если 2 моль глюкозы подвергся полному расщеплению?

34. В процессе диссимиляции расщепляется 7 моль глюкозы. Сколько АТФ (моль) синтезируется, если 2 моль глюкозы подвергся полному расщеплению?

35. В процессе диссимиляции расщепляется 7 моль глюкозы. Сколько кислорода (моль) затрачивается, если 3 моль глюкозы подверглось полному расщеплению?

36. В процессе диссимиляции расщепляется 7 моль глюкозы. Сколько энергии (кДж) накапливается в АТФ, если 3 моль глюкозы подверглось полному расщеплению?

37. В процессе диссимиляции расщепляется 7 моль глюкозы. Сколько CO_2 (моль) образуется если 2 моль глюкозы подвергалась полному расщеплению

38. В процессе диссимиляции расщепляется 7 моль глюкозы. Сколько энергии (кДж) накапливается в АТФ, если 2 моль глюкозы подвергся полному расщеплению?

39. В процессе энергетического обмена, было выделено 19656 кДж энергии, часть которого использовано для синтеза 266 молекул АТФ. Укажите количество энергии (кДж), которое было выделено на аэробном этапе энергетического обмена

40. В процессе энергетического обмена было выделено 19656 кДж энергии, часть которого использовано для синтеза 266 молекул АТФ. Укажите количество энергии (кДж), которое было выделено на первом этапе (а), во втором этапе (b) энергетического обмена

41. В процессе диссимиляции определенное количество глюкозы подверглось неполному и полному расщеплению. В результате образовалось 10 молекул молочной кислоты и 30 молекул CO_2 . Сколько энергии(кДж) рассеивается в виде тепла в этом процессе?

42. В процессе диссимиляции определенное количество глюкозы подверглось неполному и полному расщеплению. В результате образовалось 10 молекул молочной кислоты и 30 молекул CO_2 . Сколько энергии(кДж) выделяется в этом процессе?

43. В процессе диссимиляции определенное количество глюкозы подверглось неполному и полному расщеплению. В результате образовалось 10 молекул молочной кислоты и 30 молекул CO_2 . Сколько энергии(кДж) накапливается в фосфатных связях молекулы АТФ?

44. Определите количество энергии АТФ (кДж), которое требуется для образования 660 г глюкозы.

45. Определите количество энергии (кДж), выделяемой при расщеплении 756 г глюкозы поэтапно при участии ряда ферментов в аэробной среде

46. В процессе энергетического обмена в клетке образовалось 27 моль CO_2 . Определите, сколько глюкозы подверглось расщеплению

47. В процессе энергетического обмена было выделено 36788 кДж энергии, часть которого использована для синтеза 494 молекул АТФ. Укажите количество энергии (кДж), которое было выделено на первом этапе (а) и на аэробном этапе (б) энергетического обмена.

48. Определите, сколько молекул глюкозы образуется, если при фотосинтезе использовано 72 молекулы

49. В клетках мякоти листа жимолости произошло полное окисление фрагмента крахмала, состоящего из 30 остатков глюкозы. Сколько молекул АТФ за этот промежуток времени было синтезировано в этих клетках листа жимолости в световую фазу фотосинтеза?

50. Если в световой фазе фотосинтеза образовалось 1641600 кДж энергии, сколько молекул глюкозы распадается в процессе дыхания и сколько молекул АТФ при этом образуется?

51. После процесса фотосинтеза в клетке зеленой эвглены произошло деление. Определите, сколько молекул глюкозы, образовавшейся в процессе фотосинтеза, перешло в каждую клетку, если в материнской клетке оставалось 144 молекулы АДФ (образовавшаяся глюкоза распределилась в соотношении 1:1).

52. В клетках листа аронника в процессе диссимиляции 3 молекулы глюкозы подверглись полному расщеплению, а в хлоропластах образовалось на 187 молекул глюкозы больше. Определите, на сколько меньше молекул АТФ образовалось в процессе диссимиляции, чем было потрачено на фотосинтез.

53. В процессе фотосинтеза в клетке зеленой эвглены синтезировалась 54 молекулы АТФ. Определите количество молекул затраченного углекислого газа.

54. Теоретически в одной клетке песчаной акации есть по одной митохондрии и хлоропласту. Сколько молекулы глюкозы синтезирует за счет квантов света и АТФ, если в аэробных условиях синтезировано 18 молекул АТФ?

55. В определенном промежутке времени в аэробных условиях в клетке мякоти листа клевера образовалось 38 молекул АТФ. Сколько молекул АТФ синтезируется в этом промежутке времени под воздействием света?

56. Сколько молекул CO_2 , H_2 и АТФ требуется для образования 900г глюкозы?

57. Сколько используется молекул CO_2 и АТФ для синтеза одной молекулы глюкозы при фотосинтезе.

РАЗДЕЛ VI. РАЗМНОЖЕНИЕ И ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМА.

6.1. Клеточный цикл. Митоз. Мейоз

Методические рекомендации

Развитие и рост живых организмов невозможен без процесса деления клеток. В природе существует несколько видов и способов деления. В данной статье мы кратко и понятно расскажем о митозе и мейозе, разъясним основное значение этих процессов, познакомим с тем, чем отличаются они, а чем схожи.

Митоз - процесс непрямого деления, чаще всего встречается в природе. На нём основывается деление всех существующих неполовых клеток, а именно мышечных, нервных, эпителиальных и прочих.

Состоит митоз из четырёх фаз: профазы, метафазы, анафазы и телофазы. Основная роль данного процесса – равномерное распределение генетического кода от родительской клетки к двум дочерним. При этом клетки нового поколения один к одному схожи с материнскими.

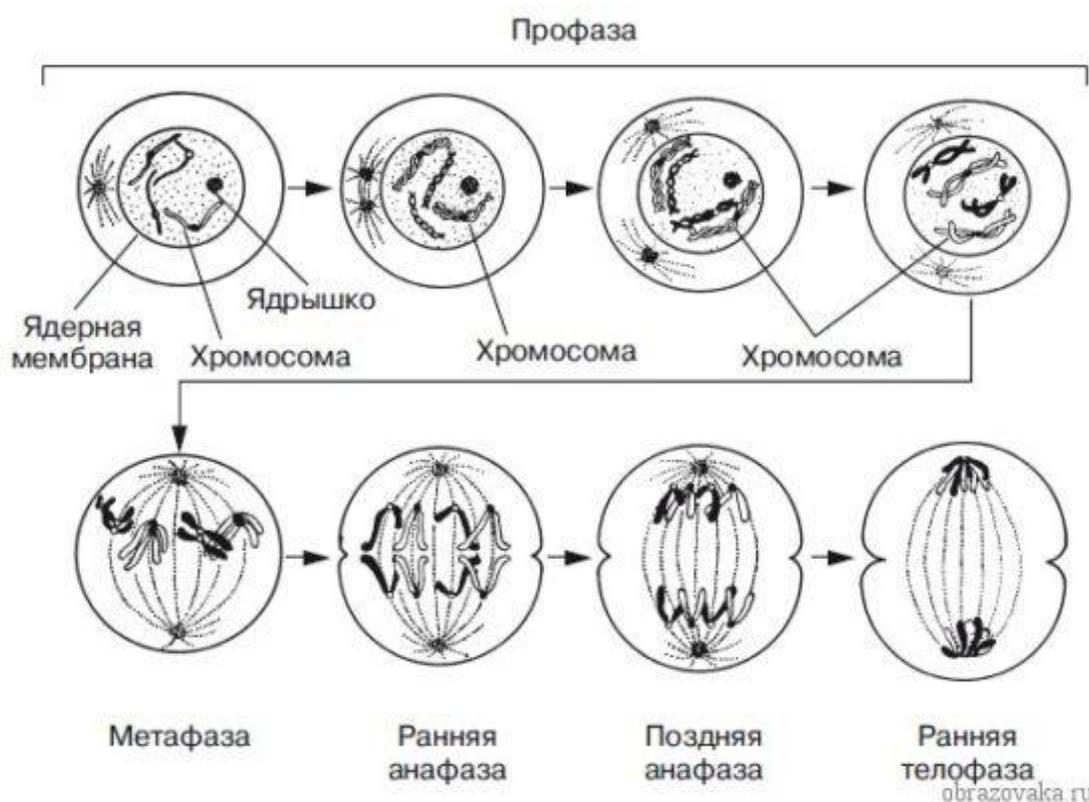


Рис. 2. Схема митоза

Время между процессами деления называются *интерфазой*. Чаще всего интерфаза гораздо длиннее митоза. Для этого периода характерны:

- синтез белка и молекулы АТФ в клетке;
- удваивание хромосом и образование двух сестринских хроматид;
- увеличение числа органоидов в цитоплазме.

Деление половых клеток называется **мейозом**, оно сопровождается уменьшением числа хромосом вдвое. Особенность данного процесса состоит в том, что проходит он в два этапа, которые непрерывно следуют друг за другом.

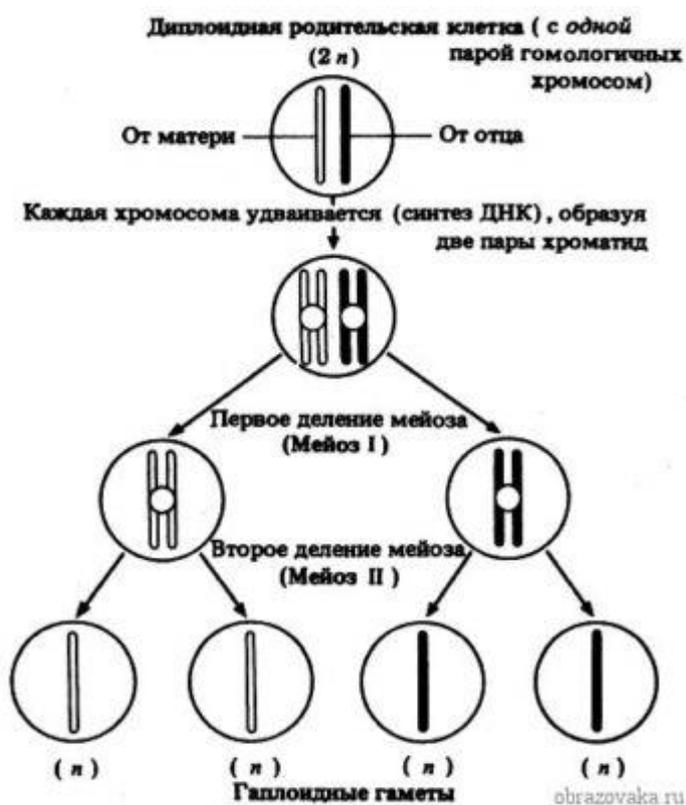


Рис.3.Схема мейоза

При решении задач на определение числа хромосом и числа молекул ДНК нужно помнить:

- 1) До начала мейоза в интерфазе происходит удвоение ДНК, поэтому число хромосом $2n$, число ДНК- $4c$.
- 2) В профазе, метафазе 1, анафазе 1 - $2n$ $4c$ - так как деления клетки не происходит.
- 3) в телофазе - остается $n2c$, так как после расхождения гомологичных хромосом в клетках остается гаплоидный набор, но хромосомы двуххроматидные.
- 4) В профазе 2, метафазе 2 так же как и телофазе 1 - $n2c$.
- 5) Особое внимание обратить на анафазу 2, так как после расхождения хроматид число хромосом увеличивается в 2 раза (хроматиды становятся самостоятельными хромосомами, но пока они все в одной клетке) $2n$ $2c$
- 6) в телофазе 2 - nc (в клетках остаются однохроматидные хромосомы).

Алгоритм решения задач по разделу «Митоз и мейоз»:

- в первую очередь, внимательно ознакомиться с условием задачи;
- правильно записать условие задачи;
- определить неизвестное;

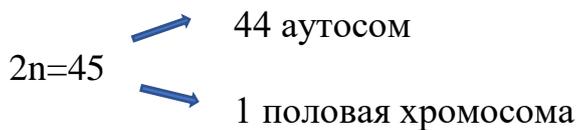
- иметь знания о закономерностях деления клеток;
- знание точных числовых показателей;
- знание особенностей процессов и фаз митоза и мейоза;
- уметь применять элементарные математические формулы.

Решение задач

1. Укажите количество аутосомных хромосом (а), половых хромосом (b) и количество хроматид (с) соматической клетки девочки с синдромом Шерешевского – Тёрнера в стадии метафазы митотического деления.

Решение:

Синдром Шерешевского-Тёрнера встречается у женщин и количество хромосом равно $2n=45$ XO



В метафазе митотического деления $2n4c$ 45 90

Ответ: аутосом = 44, 1 половая хромосома, хроматиды в метафазе = 90

2. Количество хромосом, по которым самцы и самки не отличаются друг от друга в соматической клетке кролика равно 42. Определите количество всех хромосом, количество хроматид, количество клеточного центра, количество центриолей эпителиальной клетки на стадии метафазы I процесса сперматогенеза.

Решение:

Количество всех хромосом = 42, т.к. $2n$ в соматической клетке.

Стадия метафазы I процесса сперматогенеза $2n4c$, значит количество хроматид = 84 и количество клеточного центра = 2, количество центриолей = 4

Ответ: количество хромосом = 42, хроматид = 84, клеточного центра = 2, центриолей = 4

3. Укажите количество аутосомных хромосом (а), половых хромосом, (b) и количество хроматид (с) соматической клетки девочки с синдромом Дауна, в стадии метафазы митотического деления.

Решение:

При синдроме Дауна количество хромосом равно $2n=47$ XXX трисомия 45 аутосом



В метафазе митотического деления $2n4c$ 47 94

Ответ: аутосом = 45, 2 половые хромосомы, хроматиды в метафазе = 94

Задачи для самостоятельного решения

1. Укажите количество аутосомных хромосом (а), половых хромосом (b) и количество хроматид (с) соматической клетки девочки с синдромом Шерешевского – Тёрнера в стадии метафазы митотического деления.
2. Укажите количество хромосом (1) и хроматид (2) соматической клетки здорового человека в стадии профазы (а), метафазы (b), анафазы (с) митоза.
3. Укажите количество аутосомных хромосом (а) и количество хроматид (b) соматической клетки здорового человека в стадии анафазы митотического деления.
4. Укажите содержание соматических клеток капусты в период G_1 (а) и в стадии метафазы (b).
5. Укажите количество аутосомных хромосом (а) и количество хроматид (b) соматической клетки мальчика с синдромом Дауна, в стадии профазы митотического деления.
6. Укажите количество аутосомных хромосом (а) и количество хроматид (b) соматической клетки здорового человека в стадии профазы митотического деления.
7. Укажите количество аутосомных хромосом (а), половых хромосом (b) и количество хроматид (с) соматической клетки человека с синдромом Клайнфельтера в стадии профазы митотического деления.
8. Укажите количество аутосомных хромосом (а) и количество хроматид (b) соматической клетки здорового человека в стадии метафазы митотического деления.
9. Укажите количество аутосомных хромосом (а), половых хромосом (b) и количество хроматид (с) соматической клетки человека с синдромом Клайнфельтера в стадии анафазы митотического деления.
10. Определите количество хромосом (а), количество хроматид (b) количество клеточного центра (с), количество центриолей (d) эпителиальной клетки шимпанзе на стадии профазы митотического процесса.
11. Укажите количество аутосомных хромосом (а), половых хромосом, (b) и количество хроматид (с) соматической клетки девочки с синдромом Дауна, в стадии метафазы митотического деления.
12. В соматической клетке домашней мухи количество хромосом на 4 больше, чем у плодовой мушки. Сколько хроматид выстраивается в экваториальной плоскости в метафазе I процесса мейоза у домашней мухи?
13. В соматической клетке домашней мухи количество хромосом на 4 больше, чем у плодовой мушки. Сколько хроматид выстраивается в экваториальной плоскости в метафазе II процесса мейоза у домашней мухи?
14. В соматических клетках абрикоса количество хромосом в два раза меньше, чем у вишни. По сколько хромосом отходит каждому полюсу в стадии анафазы I процесса мейоза?

15. В соматической клетке домашней мухи количество хромосом на 4 больше, чем у плодовой мушки. По сколько хромосом расходятся к каждому полюсу в анафазе I процесса мейоза у домашней мухи?

16. Ядро соматической клетки человека содержит 23 пары хромосом. Как велико разнообразие возможных гамет одной особи, гетерозиготной по всем хромосомам?

17. Укажите количество аутосомных хромосом (а) и количество хроматид (б) в стадии метафазы деления микроспоры капусты.

18. Количество хромосом кариотипа лука репчатого на две хромосомы меньше, чем у редьки. Укажите общее количество хромосом в вегетативной клетке пыльцы (а) и в зародышевом мешке (б) лука репчатого.

19. Какой набор хромосом содержит клетка после митоза (1), мейоза I (2), мейоза II (3)? а - гаплоидный, каждая хромосома из одной молекулы ДНК; б - диплоидный, каждая хромосома из одной молекулы ДНК; в - гаплоидный, каждая хромосома из двух молекул ДНК; г - диплоидный, каждая хромосома из двух молекул ДНК.

А) 1-б, 2-в, 3-а В) 1-г, 2-в, 3-а С) 1-б, 2-а, 3-г Д) 1-г, 2-б, 3-в

20. Сколько и каких клеток образуется в ходе митоза (1), мейоза I (2), мейоза II (3)? а - две клетки с двойным набором хромосом; б - две клетки с одинарным набором хромосом; в - четыре клетки с двойным набором хромосом; г - четыре клетки с одинарным набором хромосом.

А) 1-а, 2-б, 3-г В) 1-а, 2-б, 3-в С) 1-б, 2-а, 3-г Д) 1-в, 2-б, 3-а

21. Укажите количество триплетов клеточного центра в соматической клетке вельвичии мирабилиса.

22. Количество хромосом, по которым самцы и самки не отличаются друг от друга в соматической клетке кролика равно 42. Определите количество всех хромосом, количество хроматид, количество клеточного центра, количество центриолей эпителиальной клетки на стадии метафазы I процесса сперматогенеза.

6.2. Размножение. Оплодотворение

Методические рекомендации

Размножение растений — совокупность процессов, приводящих к увеличению числа особей некоторого вида; у растений имеет место бесполое, половое и вегетативное (бесполое и половое размножение объединяют в понятие генеративное размножение). Изучение различных аспектов размножения является предметом репродуктивной биологии.

Цветковые растения имеют микроскопический гаметофит, входящий в состав цветка (рис. 1):

- женский гаметофит — это **зародышевый мешок** в семязачатке завязи пестика;
- мужской гаметофит — **пыльцевое зерно** в пыльнике тычинки.

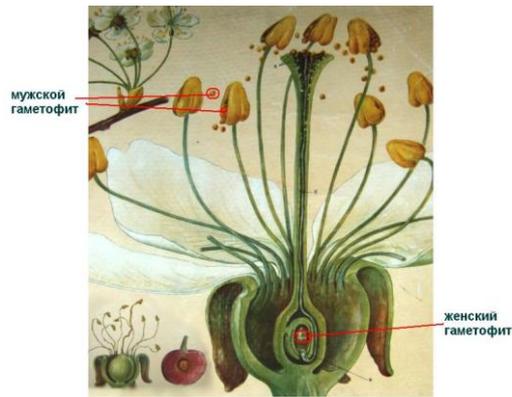


Рис.4. Генеративные органы цветка

Образование гамет у покрытосеменных растений.

Формирование мужских гамет

Тычинки являются мужскими органами цветка, и в них происходит образование и развитие мужского гаметофита. Также как и у голосеменных он представлен пыльцевым зерном.

Образование пыльцевых зёрен происходит в камерах пыльников из диплоидных стловых клеток (рис. 2, А).

Стловая клетка ($2n$) делится мейозом, образуя 4 гаплоидные микроспоры (n).

Ядро каждой микроспоры делится митозом, образуя два гаплоидных ядра: вегетативное (n) и генеративное (n).

Вокруг генеративного ядра концентрируется часть цитоплазмы, и формируется генеративная клетка (внутри вегетативной клетки).

На поверхности цитоплазматической мембраны микроспоры из содержимого пыльцевого мешка образуется очень прочная оболочка, нерастворимая в кислотах и щелочах.

Таким образом, каждое пыльцевое зерно состоит из вегетативной и генеративной клеток и покрыто двумя оболочками.

В дальнейшем из генеративной клетки путем митоза образуются 2 спермия. Этот процесс может происходить позже, параллельно с прорастанием пыльцевого зерна при оплодотворении.

Множество пыльцевых зёрен составляет пыльцу растения. Пыльца созревает в пыльниках к моменту распускания цветка.

Развитие пыльцы приводит к разрастанию пыльцевых камер, их стенки разрываются и пыльца высыпается наружу.

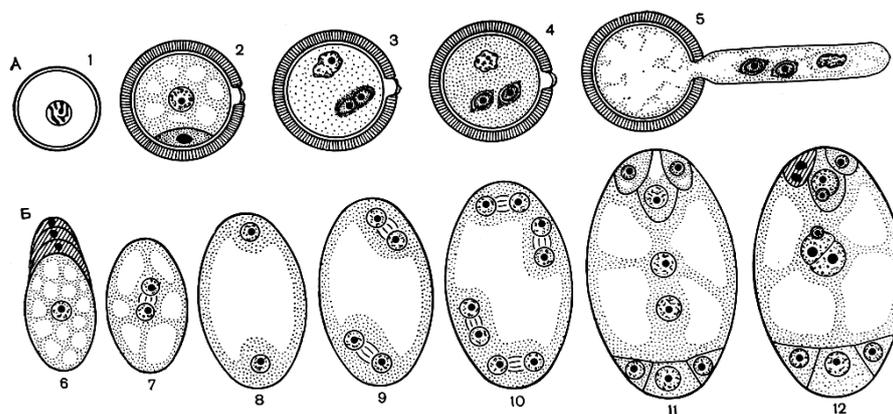


Рис.5.Формирование женских гамет

В завязях пестика формируются **семязачатки**, или **семяпочки** (рис. 2, Б). У разных видов растений количество семязачатков варьирует от одного (вишня) до нескольких десятков (мак). Семязачаток формируется из выростов стенки завязи.

Одним концом он прикреплен к стенке завязи, откуда в него входит проводящий пучок, поставляющий питательные вещества для его роста и развития. С другой стороны образуется отверстие - **микропиле**, или пыльцевход.

Внутри семязачатка из диплоидной стволовой клетки ($2n$) путем мейоза образуется гаплоидная мегаспора (n) и три направительных тельца.

Мегаспора дает начало женскому гаметофиту — зародышевому мешку, направительные тельца отмирают.

Формирование зародышевого мешка:

Ядро мегаспоры (n) делится митозом, образовавшиеся два ядра (n) расходятся к противоположным концам, но деления клетки не происходит — образуется двухъядерная клетка.

Ядра ещё дважды делятся митозом (образуется восьмиядерная клетка), в результате на каждом конце клетки образуется группа из 4 ядер.

По одному ядру из каждой группы перемещаются к центру, где сливаются и образуют диплоидное центральное ядро зародышевого мешка. Вокруг ядер обособливается цитоплазма и образуются отдельные клетки:

- со стороны микропиле отделяется крупная клетка — **яйцеклетка**;
- рядом с яйцеклеткой образуются две небольшие клетки-спутницы, или **синергиды**;
- с противоположной стороны образуются три маленькие клетки - **антиподы**;
- центральная часть с диплоидным ядром образует **центральную клетку ($2n$ -клетку)** зародышевого мешка.

Таким образом, зрелый женский гаметофит покрытосеменного растения содержит всего 7 клеток: 6 гаплоидных и одну диплоидную.

После созревания гамет происходит опыление.

Опыление

Опыление — процесс переноса пыльцевого зерна на рыльце пестика. Способы опыления (рис. 3):

- **самоопыление** — опыление собственной пылью данного цветка;
- **перекрестное опыление** — опыление пылью другого цветка.

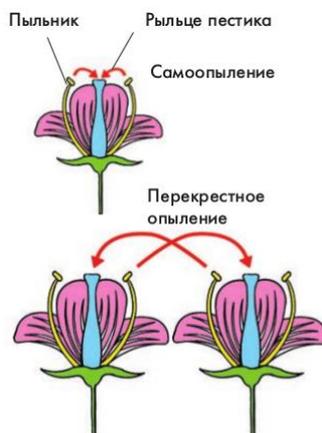


Рис.6. Способы опыления

Двойное оплодотворение

Гаметофиты вырабатывают разнообразные фитогормоны и ферменты, участвующие в оплодотворении.

В рыльце пестика содержится большое количество аминокислоты триптофана, а в пыльцевых зернах — фермент, превращающий ее в фитогормон ауксин (гормон роста).

При попадании пыльцевых зерен на рыльце пестика запускаются химические процессы, стимулирующие прорастание пыльцевого зерна: из вегетативной клетки образуется пыльцевая трубка.

В начале образования пыльцевой трубки происходит деление генеративной клетки, в результате чего образуется два спермия. Они перемещаются по пыльцевой трубке по мере её роста, находясь около её растущего конца.

Пыльцевая трубка обладает ярко выраженным хемотропизмом в сторону возрастания концентрации ионов Ca^{2+} . Концентрация ионов Ca^{2+} увеличивается от рыльца к завязи пестика. Еще большая концентрация отмечена в семязачатке и наивысшая — в зародышевом мешке.

Достигнув завязи, пыльцевая трубка растет по особой ткани и через пыльцевой вход (микропиле) проникает в семязачаток, а затем в зародышевый мешок.

После того как пыльцевая трубка внедрилась в зародышевый мешок, ее головка разрывается под действием ферментов и разницы в осмотическом давлении между пыльцевой трубкой и зародышевым мешком.

А далее происходит двойное оплодотворение (рис.7). В зародышевый мешок попадают два спермия:

- один спермий сливается с яйцеклеткой, образуя зиготу;

- второй спермий сливается с центральной диплоидной клеткой зародышевого мешка, образуя триплоидную клетку.

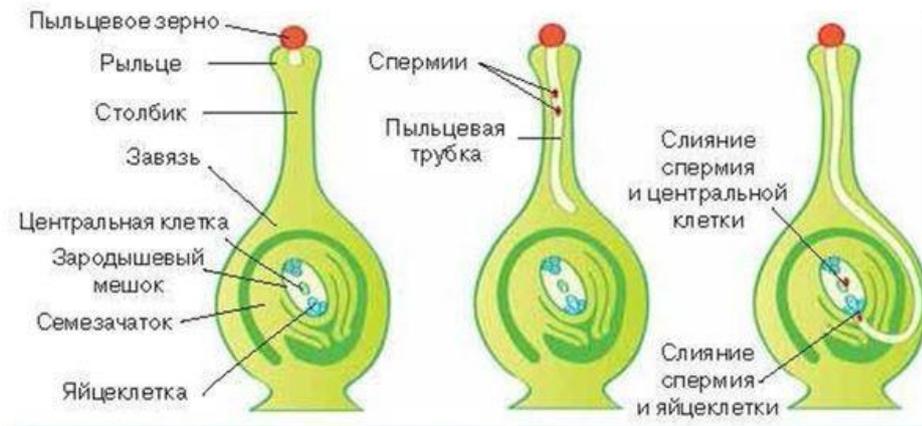


Рис.7. Двойное оплодотворение

Клетки-спутницы и антиподы отмирают, а зигота, центральная клетка и клетки стенки семязачатка участвуют в образовании семени.

Зигота митотически делится и превращается в многоклеточный **диплоидный** зародыш, а триплоидная клетка, митотически делясь, превращается в **триплоидное** многоклеточное образование — эндосперм, питательную ткань для зародыша. В паренхиме эндосперма накапливаются крахмал, белки и жиры, для гетеротрофного питания зародыша.

В процессе оплодотворения происходит повышение синтеза ауксина в тканях цветка, что стимулирует разрастание завязи и других частей для формирования семени и плода.

Между опылением и оплодотворением проходит определенный промежуток времени: у некоторых растений 15 мин, у других — часы, недели и даже месяцы.

Процесс двойного оплодотворения у покрытосеменных растений открыл в 1898 году русский ботаник академик Сергей Гаврилович Навашин (рис.8).



Рис.8. Академик Сергей Гаврилович Навашин

Порядок решения задач по разделу «Размножение»:

- в первую очередь, внимательно ознакомиться с условием задачи;
- правильно записать условие задачи;
- определить неизвестное;
- иметь знания о закономерностях оплодотворения;
- знание точных числовых показателей;
- знание процессов, происходящих в период опыления и оплодотворения, двойного оплодотворения и их особенности;
- иметь понятия об образовании зиготы, наборе хромосом у определенных организмов;
- уметь применять элементарные математические формулы

Решение задач

1. У вида хлопчатника *Xirzutum* после оплодотворения образовалось несколько зигот. Общее количество хромосом в зиготах 9360, определите количество спермиев, которые участвовали в оплодотворении центральной клетки.

Дано:

N (хромосом в зиготе) = 9360

N (спермиев) -?

Решение:

1) У хирзутума $2n=52$

1 Зигота- 52 хромосомы

X - 9360 хромосом $X=180$ зигот.

2) Спермий(n)+ яйцеклетка(n)= зигота ($2n$)

180 180 180

Ответ: спермиев=180

2. В клетках листьев яблони имеется 34 хромосомы. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у центральной клетки после слияния с одним спермием?

Дано:

N (хромосом яблони) = 34

Хромосом.набор (центр.клетки)-?

Решение:

Диплоидный набор хромосом у яблони равен 34, нам необходимо найти гаплоидный набор: $2n=34$

$n=17$

яйцеклетка (17) + спермий (17) = зигота (34)

центральная клетка (34) + спермий (17) = эндосперм ($3n$) = 51

Ответ: эндосперм ($3n$) = 51.

3. В клетках листьев березы имеется 84 хромосомы. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у яйцеклетки после слияния с одним спермием?

Дано:

$$N(\text{хромосом березы}) = 84$$

Хромосом.набор (яйцеклетки)-?

Решение:

Диплоидный набор хромосом в клетках листьев березы равен 84, нам необходимо найти гаплоидный набор: $2n - 84$

$$n - 42$$

$$\text{яйцеклетка (42) + спермий (42) = зигота (84)}$$

Ответ: хромосомный набор у яйцеклетки после слияния = 84.

3. У птиц 44 хромосомы. Укажите количество аутосом в соматических клетках, аутосом – в половых клетках, аутосом – в зиготе, половых хромосом – в соматических клетках, половых хромосом – в половых клетках.

Дано:

$$N(\text{хромосом у птиц}) = 44$$

$N(\text{аутосом в соматич. кл.}) - ?$

$N(\text{аутосом в полов.кл. и зиготе}) - ?$

$N(\text{полов.хромосом в соматич. и полов. кл.}) - ?$

Решение:

1) Аутосомы в соматических клетках = 42 хромосом

2) Аутосомы в половых клетках = 21 хромосом

3) Аутосомы в зиготе = 42 хромосом

4) Половых хромосом в соматических клетках = 2

5) Половых хромосом в половых клетках = 1

Ответ: 42, 21, 42, 2, 1.

4. Укажите количество хромосом и количество хроматид в стадии метафазы деления микроспоры капусты.

Дано:

$$N(\text{хромосом у капусты}) = 18$$

Метафаза (кол-во хромосом и хроматид) -?

Решение:

1) Известно, что в соматических клетках капусты 18 хромосом

2) Во время метафазы ($2n$ $4c$), соответственно 18 хромосом и 36 хроматид

Ответ: 18 хромосом и 36 хроматид.

5. Определите количество первичных половых клеток в растении, которое образовало 160 семян, в оплодотворении которых участвовало 50% пыльцы, образованных из 40 % сформировавшихся микроспор.

Дано:

$N(\text{семян}) = 160$

Пыльцы – 50%

Микроспор -40%

$N(\text{первич.полов.кл.}) - ?$

Решение:

160 семян – 100%

$X - 40\%$

$X = 160 * 40 / 100 = 64$ (общее количество микроспор)

64 – 100%

$X - 50\%$

$X = 64 * 50 / 100 = 32$ (участвовавших микроспор), значит и археспор также 32

Ответ: микроспор = 32, археспор = 32.

Задачи для самостоятельного решения

1. 40% из 250 первичных половых клеток *Xirzutuma* участвовало в оплодотворении, и 50% спермиев, образовавшихся из них, участвовали в 2ом оплодотворении. Определите общее количество хромосом в спермиях, не участвовавших в оплодотворении.

2. 40% из 250 первичных половых клеток *Barbadenze* участвовало в оплодотворении, и 50% спермиев, образовавшихся из них, участвовали в 2ом оплодотворении. Определите общее количество хромосом в спермиях, не участвовавших в оплодотворении.

3. 40% из 250 первичных половых клеток *Herbatsiuma* участвовало в оплодотворении, и 50% спермиев, образовавшихся из них, участвовали в 2ом оплодотворении. Определите общее количество хромосом в спермиях, не участвовавших в оплодотворении.

4. У вида хлопчатника *Xirzutum* после оплодотворения образовалось несколько зигот. Общее количество хромосом в зиготах 6240, определите количество спермиев, которые участвовали в двойном оплодотворении.

5. У вида хлопчатника *Xirzutum* после оплодотворения образовалось несколько зигот. Общее количество хромосом в зиготах 6240, определите количество спермиев, которые участвовали в оплодотворении яйцеклетки.

6. В результате оплодотворения у хлопчатника вида *Herbatceum* образовалось несколько зигот. Определите количество спермиев, участвовавших в оплодотворении яйцеклетки, если известно, что общее количество хромосом во всех образовавшихся зиготах составляет 4680.

7. В результате оплодотворения у хлопчатника вида *Herbatceum* образовалось несколько зигот. Определите количество спермиев,

участвовавших в оплодотворении центральные клетки, если известно, что общее количество хромосом во всех образовавшихся зиготах составляет 4680.

8. В результате оплодотворения у хлопчатника вида *Herbatceum* образовалось несколько зигот. Определите количество спермиев, участвовавших в оплодотворении, если известно, что общее количество хромосом во всех образовавшихся зиготах составляет 4680.

9. Сколько семян образуется в цветковом растении, если в процессах мейоза и митоза из 365 археспориальных клеток образовались спермии, из которых 20% участвовало в оплодотворении яйцеклеток?

10. Сколько семян образуется в цветковом растении, если в процессах мейоза и митоза из 962 археспориальных клеток образовались спермии, из которых 50% участвовало в оплодотворении яйцеклеток?

11. Сколько семян образуется в цветковом растении, если в процессах мейоза и митоза из 836 археспориальных клеток образовались спермии, из которых 25% участвовало в оплодотворении яйцеклеток?

12. Сколько семян образуется в цветковом растении, если в процессах мейоза и митоза из 360 археспориальных клеток образовались спермии, из которых 10% участвовало в оплодотворении центральной клетки?

18. В клетках листьев клевера имеется 14 хромосом. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у центральной клетки после слияния с одним спермием?

19. В клетках листьев клевера имеется 14 хромосом. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у яйцеклетки после слияния с одним спермием?

20. В клетках листьев березы имеется 84 хромосомы. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у центральной клетки после слияния с одним спермием?

21. В клетках листьев березы имеется 84 хромосомы. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у яйцеклетки после слияния с одним спермием?

22. В клетках листьев лилии имеется 24 хромосомы. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у центральной клетки после слияния с одним спермием?

23. В клетках листьев томата имеется 24 хромосомы. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у центральной клетки после слияния с одним спермием?

24. В клетках листьев крыжовника имеется 16 хромосом. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная

клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у центральной клетки после слияния с одним спермием?

25. В клетках листьев яблони имеется 34 хромосомы. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у центральной клетки после слияния с одним спермием?

26. В клетках листьев банана имеется 20 хромосом. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у центральной клетки после слияния с одним спермием?

27. В клетках листьев арбуза имеется 20 хромосом. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у центральной клетки после слияния с одним спермием?

28. В клетках листьев традесканции имеется 24 хромосомы. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у центральной клетки после слияния с одним спермием?

29. В клетках листьев тюльпана имеется 24 хромосомы. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у центральной клетки после слияния с одним спермием?

30. В клетках листьев груши имеется 32 хромосомы. В результате развития, в начале лета, из археспориальной клетки развились центральная клетка и яйцеклетка. Каким будет хромосомный набор у центральной клетки после слияния с одним спермием?

31. Определите количество молекул ДНК, количество аутосом, половых хромосом в ядрах стволовых клеток эпидермиса кожи человека в G₂- периоде.

32. Определите количество аутосомных хромосом и общее число ДНК в метафазе митоза соматической клетки у здорового человека.

33. Сколько хромосом будет в кариотипе сазана, таракана и гороха, если в диплоидной клетке уменьшится по одной гомологичной хромосоме из 2-й 5-й пары хромосом.

34. Определите количество молекул ДНК, количество аутосом, половых хромосом в ядрах стволовых клеток эпидермиса кожи шимпанзе в G₂-периоде.

35. При скрещивании двух тетраплоидных растений хлопчатника сумма аутосом в клетке зародыша и в клетке эндосперма составила 120. Определите количество аутосом у дикорастущих видов хлопчатника (2n), при скрещивании которых появился данный вид.

36. У козы и козла в каждой соматической клетке содержится 60 хромосом. Сколько хромосом содержится в оплодотворенной яйцеклетке козы?

37. Укажите количество хромосом в клетках спермиев у самоопыляющейся алычи.

38. Количество хромосом кариотипа лука репчатого на две хромосомы меньше, чем у редьки. Укажите общее количество хромосом в вегетативной клетке пыльца и в зародышевом мешке лука репчатого.

39. Укажите количество хромосом в каждой микроспоре вишни.

40. Вычислите количество спермиев, участвующих в образовании семян, если в корзинке подсолнечника образовалось 740 семян.

41. У данного растения образовалось 40 семян. Сколько мегаспор участвовало в их образовании.

42. В клетках корешка ночной красавицы 58 хромосом. Сколько хромосом в ядре клетки пыльцевой трубки и в клетке плодовой капсулы этого растения.

43. Укажите число хромосом в микроспоре, археспоре, вегетативной клетке пыльцевого зерна и в зародышевом мешке у гексаплоидного сорта пшеницы.

44. Укажите число хромосом в микроспоре, археспоре, вегетативной клетке пыльцевого зерна и в зародышевом мешке у *G. herbaceum*.

45. Какое потомство у человека следует ожидать, если в зоне созревания оогенеза в яйцеклетку отходят по 24 ($22+XX$) и по 22 ($22+0$) хромосом и такие гаметы будут оплодотворены нормальными сперматозоидами.

46. У материнской (археспоральной) клетки семяпочки диплоидного сорта капусты ($2n=18$) в процессе мейотического деления из-за нерасхождения вторая и шестая пары гомологичных хромосом попали в одну клетку, от которой сформировался зародышевый мешок. Определите количество хромосом центральной клетки.

47. У диплоидного сорта капусты ($2n=18$) в процессе митотического деления микроспоры пыльника произошло нерасхождение дочерних хроматид второй и шестой хромосом. Сколько хромосом могут содержать спермии.

48. В соматической клетке домашней мухи количество хромосом на 4 больше, чем у дрозофилы. Сколько хроматид имеет клетка домашней мухи в профазе митоза.

49. Корневые волоски гречихи содержат столько же хромосом, что и клетки меристемы алычи. Определите, сколько хромосом содержит археоспора, вегетативная клетка, клетки хлоренхимы, клетка эндосперма, мегаспора гречихи и клетка ситовидной трубки.

50. У мужчин отец здоров, а мать страдает дальтонизмом. Определите число аллелей d (I), D (II) соматической клетки этого мужчины на стадии метафазы митотического цикла.

51. У мужчины отец страдает дальтонизмом, мать и ее предки здоровы по отношению к этому признаку. Определите число аллелей d (I), D (II) соматической клетки этого мужчины на стадии S митотического цикла.

52. У девушки отец здоров, а мать страдает гемофилией. Определите число аллелей h (I), H (II) соматической клетки этой девушки в периоде G₂ митотического цикла.

53. У мужчины отец здоров, а мать страдает гемофилией. Определите число аллелей h (I), H (II) соматической клетки этого мужчины в периоде профазы митотического цикла.

54. Укажите количество хромосом и хроматид в клетке в конце метафазы I мейоза для организма с кариотипом 14 хромосом.

55. Организм имеет кариотип 18 хромосом. Каково количество хромосом и количество хроматид в клетке в метафазе митоза?

56. Укажите количество аутосомных хромосом (а), половых хромосом (b) и количество хроматид (с) соматической клетки человека с синдромом Клайнфельтера в стадии профазы митотического деления.

57. Укажите количество аутосомных хромосом (а), половых хромосом (b) и количество ДНК (с) соматической клетки человека с синдромом Клайнфельтера в стадии анафазы митотического деления.

58. Укажите количество аутосомных хромосом (а), половых хромосом (b) и количество хроматид (с) соматической клетки девочки с синдромом Шерешевского - Тёрнера в стадии метафазы митотического деления.

59. Укажите количество аутосомных хромосом (а) и общее количество хроматид (b) соматической клетки здорового человека в стадии метафазы митотического деления.

60. Количество хромосом, по которым самцы и самки не отличаются друг от друга в соматической клетке кролика равно 42. Определите количество всех хромосом (а), количество хроматид (b), количество клеточного центра (с), количество центриол (d) эпителиальной клетки на стадии профазы I процесса сперматогенеза.

61. Индюк имеет 82 хромосомы. Сколько хромосом и молекул ДНК будут иметь клетки в конце интерфазы (1), после мейоза I (2), после мейоза II (3), клетки зародыша партеногенетического индюка, после митоза (4)?

62. Если в результате первого мейотического деления в первую клетку получила 15 отцовских хромосом, сколько материнских хромосом получит вторая клетка?

6.3. Онтогенез – индивидуальное развитие организма **Методические рекомендации**

После оплодотворения начинается индивидуальное развитие животного или растения — **онтогенез**, который завершается формированием взрослого организма. У многоклеточных организмов, независимо от сложности их организации, стадии эмбрионального развития едины. В эмбриональном периоде выделяют три основных этапа: дробление, гаструляцию и первичный органогенез.

Дробление. Развитие многоклеточного организма начинается с одноклеточной стадии. Оплодотворенное яйцо — клетка и в то же время уже организм на самой ранней стадии его развития. В результате многократных делений одноклеточный организм превращается в многоклеточный.

Уже через несколько минут после оплодотворения яйцеклетки начинает делиться ядро, а вместе с ним делится и цитоплазма. Яйцеклетка делится на две одинаковые по величине клетки, называемые **бластомерами**. В первый раз яйцеклетка делится **в меридианной плоскости**. Затем каждый из бластомеров одновременно делится также в меридианной плоскости, в результате чего образуются четыре одинаковые клетки. Следующее третье деление происходит **в экваториальной плоскости** — образуются восемь клеток.

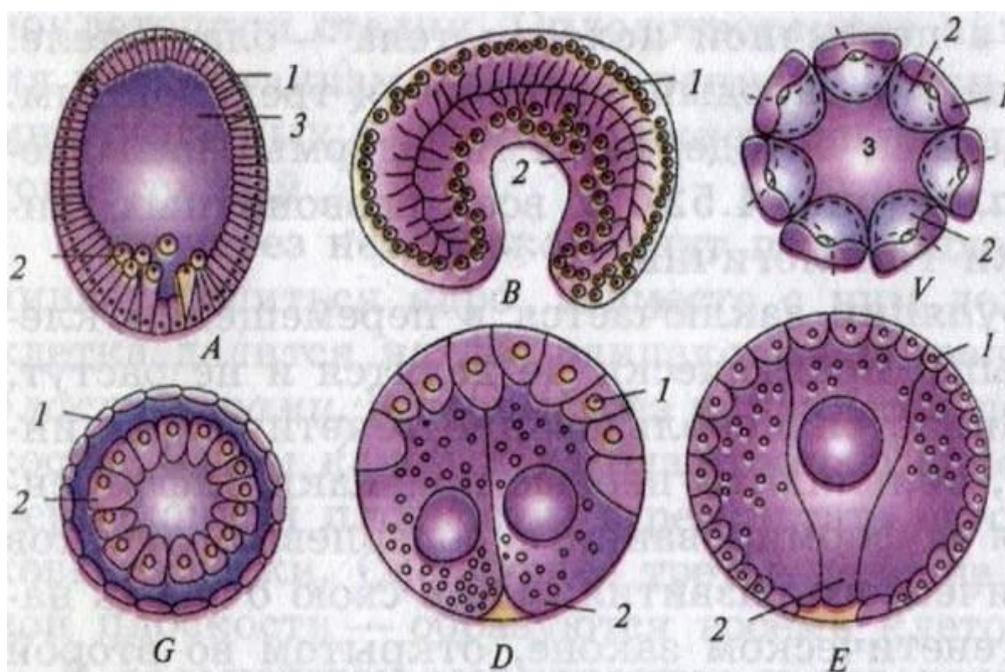


Рис.9.Различные виды гастрюляции. А — миграция клеток у Б — кишечнополостных, В-Г — втягивание бластулы у ланцетника послойное расположение бластулы у пресмыкающихся и птиц, Д-Е — вращание бластулы у амфибии. 1 — эктодерма, 2 — энтодерма, 3 — бластоцель.

В дальнейшем меридианное и экваториальное деления чередуются, что приводит к образованию **16, 32, 64 и т.д. бластомеров**, представляющих собой очень близко расположенные друг к другу клетки. Клетка, образующаяся после каждого деления, уменьшается в размерах, поэтому данный процесс называется **дроблением**. В период дробления накапливается клеточный материал для дальнейшего развития клеток. Завершается дробление образованием многоклеточного зародыша **бластулы**. Бластула имеет форму шара со стенкой, состоящей из одного слоя клеток. Внутренняя полость бластулы заполнена жидкостью и носит название **первичной полости тела** — **бластоцель**.

Порядок решения задач по разделу «Онтогенез»:

- в первую очередь, внимательно ознакомиться с условием задачи;
- правильно записать дано задачи
- определить неизвестное;
- иметь знания о закономерностях эмбрионального развития;
- знание точных числовых показателей;
- знание периодов эмбрионального развития;
- уметь применять элементарные математические формулы

Решение задач

1. По сколько меридианных и экваториальных делений произойдет для образования 64 бластомер.

Дано:

бластомеры = 64

n(мерид. и экватор.) - ?

Решение:

Меридианное	2	4		16		64
Экваториальное			8		32	

Ответ: 4 меридианных, 2 экваториальных.

2. В 32 бластомерах эмбриона имеется 1280 хромосом. Определите количество хромосом в сперматозоиде мыши.

Дано:

бластомеры = 32

хромосомы = 1280

n(хромосом в сперм.) = ?

Решение:

Мы знаем, что эмбрион- это оплодотворенная клетка, а сперматозоид имеет гаплоидный набор хромосом.

1) Вычисляем диплоидный набор хромосом крысы $1280/32=40$

2) Определяем количество хромосом в сперматозоиде $40/2=20$

Ответ: 20 хромосом

3. Определите количество хромосом в яйцеклетке черной крысы I, если после 4 меридианного деления зиготы общее количество хромосом в бластомерах достигло 2432.

Дано:

n (хромосом) = 2432

n(хромосом в яйцекл.) = ?

Решение:

Меридианное	76	152		608		2432
Экваториальное			304		1216	

Мы определили диплоидный набор хромосом крысы $76/2=38$, а теперь вычислим гаплоидный набор $38/2=19$

Ответ: 19 хромосом в яйцеклетке крысы.

4. Сколько бластомеров образовалось у гориллы при 1 экваториальном делении.

Дано:

1 экватор. деление

$n(\text{бластомеров}) = ?$

Решение:

Нам известно, что у гориллы 48 хромосом.

Меридианное	96	192		768
Экваториальное			384	

Ответ: при 1 экваториальном делении образовалось 384 бластомеров.

5. В результате деления образовалось 128 бластомеров. Определите, на каком из делений образуется такое количество бластомеров.

Дано:

$n(\text{бластомеров}) = 128$

Деление - ?

Решение:

Меридианное	2	4		16		64	
Экваториальное			8		32		128

Ответ: 3 экваториальное деление.

6. Определите общее количество аутомных хромосом во всех бластомерах эмбриона шимпанзе, если зигота подверглась 3 меридиальным и 2 экваториальным делениям.

Дано:

$N(\text{хромосом шемпанзе}) = 48$

3 мерид. и 2 экваториал. деление

Аутомные хромосомы - ?

Решение:

Нам известно, что число хромосом у шемпанзе = 48, а число аутомных = 46, после 2 экваториального деления образуется 32 бластомера, значит $46 * 32 = 1472$ аутомных хромосом.

Меридианное	2	4		16		64	
Экваториальное			8		32		128

Ответ: 1472 аутосомных хромосом.

Задачи для самостоятельного решения

1. Определите число меридианных и экваториальных делений, если число бластомеров эмбриона ланцетника равно 64?
2. Определите число меридианных и экваториальных делений, если число бластомеров эмбриона ланцетника равно 32?
3. По сколько меридианных и экваториальных делений произойдет для образования 16 бластомер.
4. Определите число меридианных и экваториальных делений, если число бластомеров эмбриона ланцетника равно 128?
5. Определите число меридианных и экваториальных делений, если число бластомеров эмбриона ланцетника равно 256?
6. Определите число меридианных и экваториальных делений, если число бластомеров эмбриона ланцетника равно 512?
7. В 32 бластомерах эмбриона имеется 1280 хромосом. Определите количество хромосом в сперматозоиде мыши.
8. Определите количество хромосом в яйцеклетке черной крысы I, если после 4 меридианного деления зиготы общее количество хромосом в бластомерах достигло 2432.
9. Сколько бластомеров образовалось у гориллы при 1 экваториальном делении.
10. Какое количество бластомеров образовалось у пшеницы при 2 меридианном делении.
11. В результате деления образовалось 128 бластомеров. Определите, на каком из делений образуется такое количество бластомеров.
12. Определите какое количество хромосом в сперматозоиде шимпанзе, если в 16 бластомерах эмбриона имеется 768 хромосом.
13. Определите, какое количество хромосом в сперматозоиде свиньи, если в 32 бластомерах эмбриона имеется 1216 хромосом.
14. Сколько образуется бластомеров, если произошло деление по меридиану 4, а по экватору 3.
15. Определите количество хромосом в яйцеклетке кролика, если после 1 экваториального деления зиготы общее количество хромосом в бластомерах достигло 176.
16. Определите общее количество хромосом во всех бластомерах эмбриона сазана, если зигота подверглась 4 меридианным и 2 экваториальным делениям.

17. Определите общее количество аутосомных хромосом во всех бластомерах эмбриона шимпанзе, если зигота подверглась 3 меридианным и 2 экваториальным делениям.

18. Найдите общее количество аутосом в бластомерах у шимпанзе, образованных после 2-х экваториального деления зародыша.

19. У зародыша неизвестного животного разница в сумме хромосом в бластомерах, образованных после 3-го меридианного деления и после 3-го экваториального деления, равна 5376. Сколько хромосом в яйцеклетке этого животного.

20. В эмбрионе мышей количество бластомеров достигает 32, количества хромосом в клетках равно 1280. Сколько хромосом в сперматозоидах участвовали в оплодотворении.

РАЗДЕЛ VII. ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ

Условные обозначения, принятые при решении генетических задач:

Символ ♀ — «зеркало Венеры», обозначают женский пол, используют при записи генотипа матери или женской особи;

Символ ♂ — «щит и копьё Марса», обозначают мужской пол, используют для записи генотипа отца или мужской особи;

x — знак, обозначающий скрещивание;

A, B, C — гены, отвечающие за доминантный признак;

a, b, c — ген, отвечающий за рецессивный признак;

P — родительское поколение (от лат. Parental);

F1 — первое поколение потомков (от лат. Filli);

F2 — второе поколение потомков;

G — гаметы, половые клетки;

Генотип F1 — генотип первого поколения потомков;

XX — половые хромосомы женской особи;

XY — половые хромосомы мужской особи;

XA — доминантный ген, локализованный в X хромосоме;

Xa — рецессивный ген, локализованный в X хромосоме;

Ph — фенотип;

Фенотип F1 — фенотип первого поколения потомков.

Последовательность решения задач по генетике

- Необходимо ознакомиться с условием задачи.
- Подробно распишите дано задачи.
- Укажите генотипы и фенотипы организмов.
- Укажите типы гамет, которые образуют скрещиваемые особи.
- Запишите генотипы и фенотипы полученных при скрещивании особей.
- Необходимо сделать соответствующие выводы по данной задаче.
- В конце запишите ответ на задачу.

7.1 I и II закон Менделя

Методические рекомендации

Чешский исследователь Грегор Мендель (1822-1884) считается основателем генетики. Мендель начал анализ с самого простого типа скрещивания - моногибридного, при котором у родительских особей имеются различия по одной паре признаков. Первой закономерностью наследования, обнаруженной Менделем, было то, что все гибриды первого поколения имели одинаковый фенотип и наследовали признак одного из родителей. Этот признак Мендель назвал доминантным. Альтернативный ему признак другого родителя, не проявившийся у гибридов, был назван рецессивным. Открытая закономерность получила названия **I закона Менделя, или закона**

единообразия гибридов I-го поколения. В ходе анализа второго поколения была установлена вторая закономерность: расщепление гибридов на два фенотипических класса (с доминантным признаком и с рецессивным признаком) в определенных числовых отношениях. Путем подсчета количества особей в каждом фенотипическом классе Мендель установил, что расщепление в моногибридном скрещивании соответствует формуле 3 : 1 (на три растения с доминантным признаком, одно — с рецессивным). Эта закономерность получила название **II закона Менделя, или закона расщепления.** Открытые закономерности проявлялись при анализе всех семи пар признаков, на основании чего автор пришел к выводу об их универсальности. При самоопылении гибридов F₂ Мендель получил следующие результаты. Растения с белыми цветками давали потомство только с белыми цветками. Растения с красными цветками вели себя по-разному. Лишь третья часть их давала единообразное потомство с красными цветками. Потомство остальных расщеплялось в отношении красной и белой окраски в соотношении 3 : 1.

Ниже приведена схема наследования окраски цветков гороха, иллюстрирующая I и II законы Менделя.

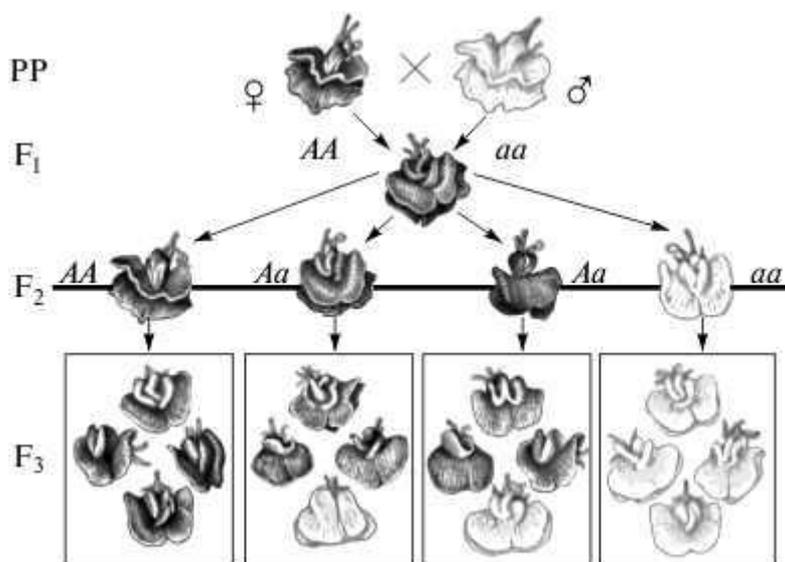


Рис.10.Схема наследования красной и белой окраски цветков у гороха

Решение задач:

1. При скрещивании гомозиготного быка с черной окраской шерсти с коровой красной окраской шерсти получили теленка с черной окраской. Найдите генотип теленка.

Дано:

Решение:

А- черная окраска
 а- красная окраска
 P ♀ aa
 ♂ AA
 F1-?

P ♀ aa x ♂ AA
 G a A
 F1 Aa

Ответ: Генотип теленка Аа.

2. Каких мышей F₁ можно ожидать при скрещивании самки с длинными ушами (AA) с короткоухим (aa) самцом?

Дано:
 А – длинные уши
 а – короткие уши
 P ♀ AA
 ♂ aa
 F1-?

Решение:
 P AA x aa
 G A a
 F1 Aa

Ответ: Аа –мыши с длинными ушами.

3. Длинные ресницы доминантный признак, короткие – рецессивный. У женщины, имеющей длинные ресницы и мужчины с таким же признаком, родился ребенок с короткими ресницами. Укажите генотипы этой родительской пары.

Дано:
 А - длинные ресницы
 а - короткие ресницы
 F1- aa
 P - ?

Решение:
 P ♀* * x ♂* *
 F1 aa

Для того, чтобы определить генотипы родителей, нужно смотреть на генотип ребенка, т.к. одна аллель от мамы, а другая от папы. Сказано, что родители имеют длинные ресницы, значит они оба гетерозиготны.

Ответ: ♀Аа и ♂Аа

4. При неправильном развитии слуховых косточек среднего уха проявляется болезнь отосклероз. Эта болезнь приводит к глухоте и находится в аутосомах, наследуясь доминантными генами. Определите % рождаемости детей генотипически похожих на родителей, если родители гетерозиготны.

Дано:
 А – глухота
 а – отсутствие болезни
 P ♀ Аа
 ♂ Аа
 F1-?

Решение:
 P Аа x Аа
 G А а А а
 F1 AA Аа Аа aa

Ответ: 50% генотипически похожих детей.

5. Каким будет генотип и фенотип детей, если гетерозиготный кареглазый мужчина женится на такой же девушке?

Дано:

A-карие глаза

a - голубые глаза

P ♀ Aa

♂ Aa

F1-?

Решение:

P Aa x Aa

G A a A a

F1 AA 2Aa aa

кар. кар. голуб.

Ответ: по фенотипу: 3:1, по генотипу 1:2:1.

6. У крупного рогатого скота ген комолости (безрогости) доминирует над геном рогатости. Какое потомство следует ожидать от скрещивания комолого быка с рогатой коровой?

Дано:

K- комолость

K-рогатость

P ♀ aa

♂ AA

F1-?

Решение:

P aa x AA

G a A

F1 Aa

Ответ: F1 Aa –комолые.

Задачи для самостоятельного решения

1. Каких мышей F₁ можно ожидать при скрещивании самки с длинными ушами (AA) с короткоухим (aa) самцом?

2. Каких телят F₂ можно ожидать при скрещивании коровы черной (AA) окраски шерсти с быком красной (aa) окраски шерсти?

3. При скрещивании гомозиготного быка с черной окраской шерсти с коровой красной окраской шерсти получили теленка с черной окраской. Найдите генотип теленка.

4. Гетерозиготную черную (Aa) крольчиху скрестили с таким же кроликом. Определите формулу расщепления гибридного потомства по генотипу и фенотипу.

5. Каких телят можно ожидать при скрещивании безрогой коровы (AA) с рогатым (aa) быком?

6. Каким будет генотип и фенотип детей, если гетерозиготный кареглазый мужчина женится на такой же девушке?

7. Каких крольчат в F₂ можно ожидать при скрещивании крольчихи серой (A) окраски шерсти с кроликом черной (a) окраски?

8. Каких каракулевых овец во втором поколении можно ожидать при скрещивании овцы гомозиготной серой окраски (AA) с самцом с черной окраской (aa)?

9. Миоплегия в качестве доминантного признака передается по

наследству. От организмов с каким генотипом можно ожидать рождения 75% больных и 25% здоровых детей?

10. Определите вероятность рождения (%) светловолосых детей, если темноволосые гетерозиготы?

11. У гибридов от скрещивания гомозиготных растений со стекловидными зернами с растениями, имеющими мучнистые зерна, гибриды F_1 были стекловидные. Какие растения получатся в F_2 ?

12. У пшеницы ген карликовости доминирует над геном нормального роста. Каковы генотипы исходных форм, если в потомстве получилось расщепление по признаку в соотношении 3:1?

13. У крупного рогатого скота ген комолости (безрогости) доминирует над геном рогатости. Какое потомство следует ожидать от скрещивания комолого быка с рогатой коровой?

14. У томатов ген, обуславливающий нормальный рост, доминирует над геном карликовости. Какое потомство в F_2 можно ожидать от скрещивания гетерозиготных особей?

15. Иммунность к головне у овса доминирует над восприимчивостью к этой болезни. Скрещиваются гомозиготные иммунные особи с растениями, пораженными головней. Какое соотношение наблюдается по генотипу и фенотипу в F_1 ?

16. Гигантский рост овса – рецессивный признак. Что можно сказать о генотипах родительской пары, если только четверть потомства имеет гигантский рост?

17. При скрещивании гороха с гладкой поверхностью с горохом, имеющим морщинистую поверхность, какие фенотипы будут получены в F_2 ?

18. Длинные ресницы доминантный признак, короткие – рецессивный. У женщины, имеющей длинные ресницы и мужчины с таким же признаком, родился ребенок с короткими ресницами. Укажите генотипы этой родительской пары.

19. При неправильном развитии слуховых косточек среднего уха проявляется болезнь отосклероз. Эта болезнь приводит к глухоте и находится в аутосомах, наследуясь доминантными генами. Определите % рождаемости детей генотипически похожих на родителей, если родители гетерозиготны.

20. У человека ген толстых губ доминантен по отношению к гену тонких губ. В семье у мужа толстые губы, а у жены – тонкие. Какова % вероятность появления детей с тонкими губами?

21. У кур розовидный гребень (A) является доминантным признаком, а простой (a) – рецессивным. Какое расщепление можно ожидать по генотипу в поколении F_2 при скрещивании кур с розовидным гребнем и петухов с простым гребнем?

22. Каковы генотипы родительской пары морских свинок, если в потомстве было 25% гладких и 75% вихрастых свинок?

23. Близорукость является доминантным признаком. Какое потомство можно ожидать от близоруких родителей, гетерозиготных по данной аллели?

24. При неправильном развитии слуховых косточек среднего уха проявляется болезнь отосклероз. Эта болезнь приводит к глухоте и находится в аутосомах, наследуясь доминантными генами. Определите процент рождаемости больных детей в семье от гетерозиготных родителей.

7.2. III закон Менделя

Методические рекомендации

Третий закон Менделя — это закон независимого распределения признаков. Под этим подразумевается, что каждый ген одной аллельной пары может оказаться в гамете с любым другим геном из другой аллельной пары. Например, если организм гетерозиготен по двум исследуемым генам (AaBb), то он образует следующие типы гамет: AB, Ab, aB, ab. То есть, например, ген А может оказаться в одной гамете как с геном В, так и с b. Это же касается и других генов (их произвольного сочетания с неаллельными генами).

Третий закон Менделя проявляется уже при дигибридном скрещивании (тем более при тригибридном и полигибридном), когда чистые линии различаются по двум исследуемым признакам. Мендель скрестил сорт гороха с желтыми гладкими семенами с сортом, у которого были зеленые морщинистые семена, и получил исключительно желтые гладкие семена F₁. Далее он вырастил из семян растения F₁, позволил им самоопылиться и получил семена F₂. И здесь он наблюдал расщепление: появились растения как с зелеными, так и морщинистыми семенами. Самое удивительное было то, что среди гибридов второго поколения оказались не только растения с желтыми гладкими и зелеными морщинистыми семенами. Также были желтые морщинистые и зеленые гладкие семена, т. е. произошла рекомбинация признаков, и получились такие комбинации, которые не встречались у исходных родительских форм.

Анализируя количественное соотношение разных семян F₂, Мендель обнаружил следующее:

- Если рассматривать каждый признак по отдельности, то он расщеплялся в отношении 3:1, как при моногибридном скрещивании. То есть на каждые три желтых семени приходилось одно зеленое, а на каждые 3 гладких — 1 морщинистое.
- Появились растения с новыми комбинациями признаков.
- Соотношение фенотипов было 9 : 3 : 3 : 1, где на девять желтых гладких семян гороха приходилось три желтых морщинистых, три зеленых гладких и одно зеленое морщинистое.

Третий закон Менделя хорошо иллюстрирует решетка Пеннета. Здесь в заголовках строк и столбцов пишутся возможные гаметы родителей (в данном случае гибридов первого поколения). Вероятность образования каждого типа гаметы составляет $\frac{1}{4}$. Также равновероятно различное их объединение в одну зиготу.

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB 	AABb 	AaBB 	AaBb 
Ab	AABb 	AAbb 	AaBb 	Aabb 
aB	AaBB 	AaBb 	aaBB 	aaBb 
ab	AaBb 	Aabb 	aaBb 	aabb 

Рис.11. Решетка Пеннета

Мы видим, что образуется четыре фенотипа, два из которых ранее не существовали. Соотношение фенотипов 9 : 3 : 3 : 1. Количество разных генотипов и их соотношение более сложное:

1. AABB — 1 шт.
2. AABb — 2
3. AaBB — 2
4. AAbb — 1
5. AaBb — 4
6. Aabb — 2
7. aaBB — 1
8. aaBb — 2
9. aabb — 1

Получается 9 разных генотипов. Их соотношение: 4 : 2 : 2 : 2 : 2 : 1 : 1 : 1 : 1. При этом гетерозиготы встречаются чаще, а гомозиготы реже.

Решение задач:

1. Фруктозурия имеет две формы. Одна протекает без клинически выраженных синдромов, вторая ведет к торможению умственного и физического развития. Обе наследуются как рецессивные не сцепленные между собой признаки. Один из супругов имеет повышенное содержание фруктозы в моче, следовательно, гомозиготен по фруктозурии, не проявляющейся клинически, но гетерозиготен по второй форме заболевания. Второй супруг в свое время прошел курс лечения по второй форме фруктозурии, но гетерозиготен по бессимптомной ее форме. Какова вероятность рождения в этой семье детей, страдающих клинически выраженной формой фруктозурии?

Дано:

А – отсутствие 1 формы болезни
 а – 1 форма без синдромов
 В – отсутствие 2 формы болезни
 в – 2 форма с торможением
 Р ♀ aaBb
 ♂ Aabb

F1-?

Решение:

Один супруг гомозиготен по фруктозурии, но гетерозиготен по второй форме: aaBb

Второй супруг гетерозиготен по 1 форме, но болел второй формой фруктозурии: Aabb

Р aaBb x Aabb

G aV ab Ab ab

F1 AaBb aaBb Aabb aabb

Ответ: 50 % детей, будут страдать второй формой.

2. В семье родился голубоглазый темноволосый ребенок, похожий по этим признакам на отца. Мать ребенка кареглазая темноволосая, бабушка по материнской линии - голубоглазая темноволосая, дедушка кареглазый светловолосый, а бабушка и дедушка по отцовской линии - кареглазые темноволосые. Определите генотип ребенка, его матери и отца.

Дано:

А – карие глаза

а – голубые глаза

В – темноволосый

в – светловолосый

F1-кареглазый, темноволосый

Бабушка- aaV_ Дедушка- A_bb

Бабушка и Дедушка- A_V_

F1-?

Р-?

Решение:

Сказано, что в семье родился голубоглазый темноволосый ребенок

Р AaBb x aaBB

G AV Ab aV ab aV

F1 AaBB AaBb **aaBB** **aaBb**

Ответ: Мать – AaBb

Отец - aaBB

Ребенок – aaBb

3. Белая окраска мякоти плода тыквы (В) доминирует над желтой окраской (b), плод, имеющий форму диска (D), над круглой формой (d). При

каком из нижеперечисленных скрещиваний генотипов организмов получают формы: белая с формой диска, белая круглая, желтая с формой диска, желтая круглая.

Дано:

B – белая

b – желтая

D – дисковидная

d – круглая

F1 - B_D_, B_dd, bbD_, bbdd.

P-?

Решение:

P BbDd x BbDd

G BD Bd bD bd

F2

	BD	Bd	bD	bd
BD	BBDD	BBDd	BbDD	BbDd
Bd	BBDd	BBdd	BbDd	Bbdd
bD	BbDD	BbDd	bbDD	bbDd
bd	BbDd	Bbdd	bbDd	bbdd

Ответ: BbDdxBbDd

4. У арбуза круглая форма доминирует над продолговатой, зеленая корка над пестрой. При скрещивании растений с круглыми плодами с растениями, имеющими продолговатые плоды и пеструю окраску, в F₂ получено 960 растений. Определите генотипы родителей давших F₁ и количество растений с круглыми плодами зеленой окраски.

Дано:

A – круглая

a – продолговатая

B – зеленая

b – пестрая

P-? F₂ – A_B_?

Решение:

P AABV x aabb

G AV ab

F₁ AaBb

P AaBb x AaBb

G AV, Ab, aV, ab AV, Ab, aV, ab

F₂

♀/♂	AB	Ab	aB	ab
AB	<u>AABB</u>	<u>AABb</u>	<u>AaBB</u>	<u>AaBb</u>
Ab	<u>AABb</u>	AAbb	<u>AaBb</u>	Aabb
aB	<u>AaBB</u>	<u>AaBb</u>	aaBB	aaBb
ab	<u>AaBb</u>	Aabb	aaBb	aabb

В F₂ получено 960 растений.

16- 960

9 – X

X=9*960/16

X=540

Ответ: генотипы родителей AABBx aabb; 540 растений из F₂ имеют круглые плоды зеленой окраски.

5. У мухи дрозофилы отсутствие глаз (e) наследуется как рецессивный признак, а нормальное строение крыльев, доминирует над зачаточными крыльями (b). При скрещивании мух было получено потомство: 3/8 с нормальными глазами и крыльями, 3/8 безглазые с нормальными крыльями, 1/8 с нормальными глазами и зачаточными крыльями, 1/8 безглазые с зачаточными крыльями. Определите генотип родителей.

Дано:

E – нормальные глаза

e – отсутствие глаз

B – нормальные крылья

b – зачаточные крылья

P-?

Решение:

P EeBb x eeBb
 G EB, Eb, eB, eb eB, eb
 F₁ AaBb

♀/♂	EB	Eb	eB	eb
eB	EeBB	EeBb	eeBB	eeBb
eb	EeBb	Eebb	eeBb	eebb

EeBB, EeBb – нормальные глаза и крылья

eeBB, eeBb – безглазые с нормальными крыльями

Eebb – нормальные глаза и зачаточные крылья

eebb – безглазые с зачаточными крыльями

Ответ: генотипы родителей EeBb x eeBb.

6. У кролика пятнистая окраска шерсти (A) доминирует над одноцветной (a), черная (B) над коричневой (b). Коричневого пятнистого кролика скрестили

с одноцветным черным, все потомство F_1 черным пятнистым. Определите генотип родителей.

Дано:

A – пятнистая окраска

a – одноцветная окраска

B – черный цвет

b – коричневый цвет

P-?

Решение:

P	AAbb	x	aaBB
G	Ab		aB
F_1	AaBb		

♀/♂	EB	Eb	eB	eb
eB	EeBB	EeBb	eeBB	eeBb
eb	EeBb	Eebb	eeBb	eebb

Ответ: генотипы родителей AAbb хааBB.

Задачи для самостоятельного решения

1. Дрозофила, гомозиготная по признакам желтой окраски тела, наличия узких крыльев и отсутствия без щетинок, была скрещена с дрозофилой, имеющей в гомозиготном состоянии гены, определяющие серый цвет тела, нормальные крылья и наличие щетинок. Известно, что гены, определяющий окраску тела и форму крыльев расположены в одной аутосоме, а гены определяющие наличие или отсутствие щетинок – в другой, кроссинговер между генами отсутствует. Какова вероятность появления особей без щетинок, с серым телом и узкими крыльями от скрещивания гибридов F_1 .

2. Дрозофила, гомозиготная по признаку желтой окраски тела, наличия узких крыльев и отсутствия бес щетинок, была скрещена с дрозофилой, имеющей в гомозиготном состоянии гены, определяющие серый цвет тела, нормальные крылья и наличие щетинок. Известно, что гены, определяющий окраску тела и форму крыльев расположены в одной аутосоме, а гены определяющие наличие или отсутствие щетинок – в другой, кроссинговер между генами отсутствует. Какова вероятность появления особей наличие щетинок, с серым телом и узкими крыльями от скрещивания гибридов F_1 .

3. Дрозофила, гомозиготная по признаку желтой окраски тела, наличия узких крыльев и отсутствия бес щетинок, была скрещена с дрозофилой, имеющей в гомозиготном состоянии гены, определяющие серый цвет тела, нормальные крылья и наличие щетинок. Известно, что гены, определяющие окраску тела и форму крыльев расположены в одной аутосоме, а гены определяющие наличие или отсутствие щетинок – в другой, кроссинговер между генами отсутствует. Какова вероятность появления особей наличие щетинок, с желтым телом и узкими крыльями от скрещивания гибридов F_1 .

4. Дрозофила, гомозиготная по признакам желтой окраски тела, наличия узких крыльев и отсутствия бес щетинок, была скрещена с дрозофилой, имеющей в гомозиготном состоянии гены, определяющие серый цвет тела, нормальные крылья и наличие щетинок. Известно, что гены, определяющий окраску тела и форму крыльев расположены в одной аутосоме, а гены определяющие наличие или отсутствие щетинок – в другой, кроссинговер между генами отсутствует. Какова вероятность появления особей наличие щетинок, с серым телом и нормальными крыльями от скрещивания гибридов F1.

5. Высокий рост у растений овса доминируют над низким ростом, устойчивость к болезнетворным грибам над неустойчивостью к грибам. Данные гены наследуются сцеплено. В результате скрещивания дигетерозиготных растений с рецессивными гомозиготными генами получены 3660 высокие устойчивые, 1697 низкие устойчивые, 3700 низкие неустойчивые, 330 высокие неустойчивые к болезням растения. Какая часть потомства по генотипу отличаются от генотипа родителей.

6. Высокий рост у растений овса доминируют над низким ростом, устойчивость к болезнетворным грибам над неустойчивостью к грибам. Данные гены наследуются сцеплено. В результате скрещивания дигетерозиготных растений с рецессивными гомозиготными генами получены 3660 высокие устойчивые, 1699 низкие устойчивые, 3700 низкие неустойчивые, 330 высокие неустойчивые к болезням растения. Какая часть потомства по генотипу отличаются от генотипа родителей.

7. Высокий рост у растений овса доминируют над низким ростом, устойчивость к болезнетворным грибам над неустойчивостью к грибам. Данные гены наследуются сцеплено. В результате скрещивания дигетерозиготных растений с рецессивными гомозиготными генами получены 2660 высокие устойчивые, 1701 низкие устойчивые, 2380 низкие неустойчивые, 300 высокие неустойчивые к болезням растения. Какая часть потомства по генотипу отличаются от генотипа родителей.

8. Высокий рост у растений овса доминируют над низким ростом, устойчивость к болезнетворным грибам над неустойчивостью к грибам. Данные гены наследуются сцеплено. В результате скрещивания дигетерозиготных растений с рецессивными гомозиготными генами получены 2660 высокие устойчивые, 1703 низкие устойчивые, 2380 низкие неустойчивые, 300 высокие неустойчивые к болезням растения. Какая часть потомства по генотипу похож на генотип родителей.

9. В семье родился голубоглазый темноволосый ребенок, похожий по этим признакам на отца. Мать ребенка кареглазая темноволосая, бабушка по материнской линии - голубоглазая темноволосая, дедушка кареглазый светловолосый, а бабушка и дедушка по отцовской линии - кареглазые темноволосые. Определите генотип ребенка, его матери и отца

10. У душистого горошка высокий рост (А) доминирует над карликовым, зеленый цвет бобов (В) над желтым, а гладкая форма семян (С) над

морщинистой. Какое расщепление по фенотипу будут иметь потомки от скрещивания растений с генотипами AABbCc и aaBbcc? Какова будет среди них доля тригетерозигот? Какую часть среди потомков будут составлять особи, гомозиготные по всем трем парам аллелей?

11. Белая окраска мякоти плода тыквы (B) доминирует над желтой окраской (b), плод, имеющий форму диска (D), над круглой формой (d). При каком из нижеперечисленных скрещиваний генотипов организмов получают формы: белая с формой диска, белая круглая, желтая с формой диска, желтая круглая.

12. Кареглазый темноволосый мужчина женат на голубоглазой блондинке. Дети кареглазые, голубоглазые, светло- и темноволосые. Каков генотип родителей?

13. У человека использование в основном правой руки и близорукость - доминантный признак, использование левой руки и нормальное зрение - рецессивный признак. Близорукий мужчина - левша, гомозиготный по первому признаку, женился на женщине с нормальным зрением и правше гомозиготной по двум признакам. Определите генотипы и фенотипы детей

14. У собак черный цвет шерсти доминирует над кофейным, а короткая шерсть - над длинной. Обе пары генов находятся в разных хромосомах. Охотник купил собаку с короткой шерстью и хочет быть уверен, что она не несет генов длинной шерсти кофейного цвета. Какого партнера по фенотипу и генотипу надо подобрать для скрещивания, чтобы проверить генотип купленной собаки?

15. В семье родился голубоглазый темноволосый ребенок, похожий по этим признакам на отца. Мать ребенка кареглазая темноволосая, бабушка по материнской линии - голубоглазая темноволосая, дедушка кареглазый светловолосый, а бабушка и дедушка по отцовской линии - кареглазые темноволосые. Определите генотип ребенка, его матери и отца

16. У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а способность лучше владеть правой рукой доминирует над леворукостью. Кареглазый правша женится на голубоглазой левше. Какие дети будут в этой семье, если юноша гомозиготен по обоим признакам?

17. Белая окраска мякоти плода тыквы (B) доминирует над желтой окраской (b), плод, имеющий форму диска (D), над круглой формой (d). При каком из нижеперечисленных скрещиваний генотипов организмов получают формы: белая с формой диска, белая круглая, желтая с формой диска, желтая круглая.

18. Черная окраска у кошек доминирует над палевой, а короткая шерсть - над длинной. Скрещивались чистопородные персидские кошки (черные длинношерстные) с сиамскими чистопородными (палевые короткошерстные). Полученные гибриды скрещивались между собой. Какова вероятность получения в F₂ чистопородного сиамского котенка; длинношерстного палевого котенка?

19. Полидактилия - аутосомно-доминантный признак, а маленькие глаза

рецессивный. Женщина с полидактилией и большими глазами, отец которой был здоров и имел маленькие глаза, вышла замуж за здорового гетерозиготного по второму признаку мужчину. Укажите генотип родителей и какова вероятность рождения здоровых детей в семье?

20. Близорукий мужчина (А) левша (b) вступил в брак с женщиной-правшой, имеющей хорошее зрение. Известно, что у обоих супругов были братья и сестры, страдавшие фенилкетонурией, но сами они здоровы. В их семье первый ребенок был нормальным в отношении трех признаков, второй был близоруким левшой, а третий оказался больным фенилкетонурией (с). Определите генотипы родителей. Какова вероятность, что четвертый ребенок будет здоровым правшой с нормальным зрением?

21. У душистого горошка высокий рост (А) доминирует над карликовым, зеленый цвет бобов (В) над желтым, а гладкая форма семян (С) над морщинистой. Какое расщепление по фенотипу будут иметь потомки от скрещивания растений с генотипами ААВbСс и ааВbсс? Какова будет среди них доля тригетерозигот? Какую часть среди потомков будут составлять особи, гомозиготные по всем трем парам аллелей?

22. Хорея-заболевание сопровождающееся нарушением функции головного мозга и положительный резус фактор (Rh +) наследуются как аутосомно-доминантные признаки. Отец является дигетерозиготным, а мать имеет отрицательный резус фактор (Rh-) и здорова по первому признаку. Определите генотип родителей и вероятность рождения здоровых детей с положительным (Rh+).

23. Плече-лопаточно-лицевая форма миопатии (атрофия мышц) и близорукость наследуется, как аутосомно-доминантные признаки. Мать гетерозиготна по первому признаку, а по второму здорова. Отец здоров по первому признаку, но гетерозиготен по второму признаку. Какова вероятность рождения в этой семье больных детей по первому признаку и здоровых детей по второму признаку.

24. У собак длинная шерсть, черная окраска и отвислые уши доминирует над короткой, коричневой окраской шерсти и торчащих ушей. Гетерозиготная по всем признакам самка скрещивается с рецессивным по всем признакам гомозиготным самцом. Определите, сколько процентов из получаемого потомства рождаются с торчащими ушами и длинной шерстью.

25. Сахарный диабет и фенилкетонурия является рецессивным признаком. В семье, где мужчин болеет только сахарным диабетом, женщина здоровая по обоим признакам, первый ребенок родился только сахарным диабетом, второй ребенок родился больным фенилкетонурией, но здоровым по первому признаку. Определите, сколько процентов родившихся детей больных фенилкетонурией болеют и сахарным диабетом?

25. У человека густые брови, опущенность верхних век и крупная форма носа являются доминантными признаками. Гомозиготный по генотипу мужчина с густыми бровями, нормальными веками и крупной формой носа женился на гомозиготной по генотипу женщине с негустыми бровями, с

опущенными веками и маленькой формой носа, какая вероятность рождения детей с густыми бровями, опущенными верхними веками и крупной формой носа.

7.3. Анализирующее скрещивание

Методические рекомендации

При **анализирующем скрещивании** особь с неизвестным генотипом (Aa или AA) скрещивают с анализатором – гомозиготной рецессивной особью по исследуемому признаку (aa), её генотип определяется фенотипом (если цветы белые, то все аллели могут быть только рецессивными).

Вклад рецессивной родительской разновидности в генотип можно не учитывать. Её аллели подавляются, поэтому она выступает в качестве индикатора, который помогает проявить неизвестный генотип. При этом по расщеплению по фенотипу можно судить о генотипическом расщеплении, так как они в данном случае совпадают.

Всё это возможно только при полном доминировании и если доминантный признак известен.

Легче это понять на примерах. При одном взгляде на растение гороха посевного с пурпурными цветками нельзя определить, гомозиготен или гетерозиготен он по этому признаку. Чтобы узнать его генотип, можно устроить тестовое скрещивание данного растения с особью с белыми цветками, в генотипе которого мы уверены – это рецессивная гомозигота.

В потомстве от скрещивания таких родителей возможно два варианта генотипов (рис.1).

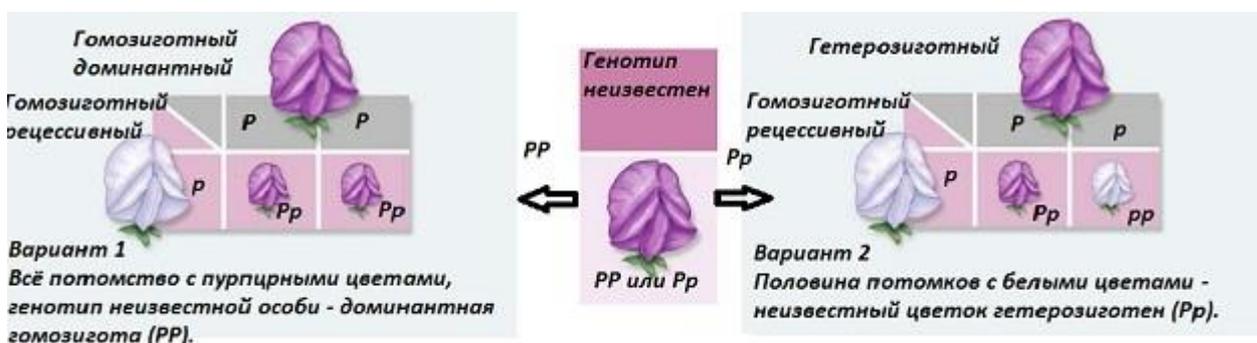


Рис. 12. Варианты анализирующего скрещивания

Анализирующее скрещивание – это скрещивание особи с доминантным признаком, но неизвестным генотипом с особью гомозиготной по рецессивному признаку, генотип которой известен (aa). Генотип особи с доминантным признаком определяется по результатам скрещивания.

Появление рецессивных фенотипических признаков в потомстве в соотношении 1:1 указывает на то, что тестируемый вид гетерозиготен по рассматриваемым аллелям (Aa). Если же потомство при анализирующем скрещивании единообразно, значит генотип изучаемого организма – доминантная гомозигота (AA).

Решение задач:

1. При скрещивании форм ночной красавицы, имеющих красную и белую окраску цветков, в F_1 , появились формы с розовыми цветками. В F_2 - 50% с розовыми и 50% с белыми цветками. Определите генотипы родительских форм.

Дано:

A – красный

a – белый

F_1 - Aa – розовый

F_2 – 50% -Aa

50% - aa

P-?

Решение:

P A x a

G A a

F_1 Aa розовые цветки

Сказано, что в F_2 получены 50% розовых и 50% белых, значит скрестили розовые цветки с гомозиготными белыми:

P Aa x aa

G Aa a

F_2 Aa aa

Ответ: P Aa x aa

2. У кроликов нормальная длина шерсти является доминантным (B), а короткая - рецессивным (b). При скрещивании было получено потомство 50% с нормальной длиной шерсти и 50% с короткой. Определить генотип родителей.

Дано:

B – нормальная длина шерсти

b – короткая длина шерсти

F_1 – 50% B_

50% bb

P-?

Решение:

P Aa x aa

G Aa a

F_1 Aa aa

Ответ: P Aa x aa

3. Концентрация сахара в корнеплодах сахарной свеклы определяется тремя парами полимерных генов. Растение, имеющие только доминантные аллели содержит 30 мг сахара, совокупность рецессивных генов обеспечивает накопление 18 мг сахара. В результате анализирующего скрещивания тригетерозиготных растений получено 960 особей. Сколько из них содержат 24 мг сахара?

Дано:

A доминантные аллели – 30 мг

a рецессивные аллели – 18 мг

P AaBbCc x aabbcc

n(общее) – 960 растений

n (24 мг) - ? растений

Решение:

P AaBbCc x aabbcc

F2

	ABC								
	abc	AaBbCc	aaBbcc						

Т.к. все доминантные аллели содержат 30 мг, а у нас три пары генов значит один ген содержит 5 мг: $30/6=5$. Все рецессивные аллели содержат 18 мг, значит один ген содержит 3 мг: $18/6=3$

Всего получено 8 особей, одна из них содержит 24 мг сахара

8 – 100%

1 - х

$X=12,5\%$

Всего получено 960 растений, вычислим сколько 12.5% из общего числа:

960 - 100%

X - 12,5%

$X=120$

Ответ: 120 растений.

4. У гороха желтый цвет семени определяет ген (К) - доминантный, зеленый цвет семени гороха связан с рецессивным геном (к), гладкость семени - ген (С), а морщинистость зависит от гена (с). При скрещивании какого генотипа можно получить 50% желтых гладких и 50% желтых морщинистых горошин.

Дано:

К- желтый

к- зеленый

С – гладкий

с - морщинистый

F1 - 50% К_С_

50% К_сс

P-?

Решение:

P ККСс x кксс

G КС Кс кс

F2 КкСс Кксс

Ответ: P ККСс x кксс

5. Ген ранней спелости овса доминирует над геном, определяющим позднеспелость. В потомстве от скрещивания двух растений обнаружилось расщепление 1:1. Найдите генотипы родителей.

Дано:

A- раннеспелость

a- позднеспелость

F₁ 1:1

P-?

Решение:

P Bb x bb

G Bb, bb

Ответ: P Bb x bb

6. Каких телят в первом поколении можно ожидать при скрещивании гетерозиготной черной коровы (Aa) с быком красной окраски (aa)?

Дано:

A- черная окраска

a- красная окраска

F₁ 1:1

P-?

Решение:

P Aa x aa

G A, a a

Ответ: P Aa x aa

Задачи для самостоятельного решения

1. Какая часть (%) потомства, полученного от анализирующего скрещивания тригетерозиготных растений гороха с желтыми, гладкими семенами и красными цветками имеет желтые и гладкими семенами?

2. Какая часть (%) потомства, полученного от анализирующего скрещивания тригетерозиготных растений гороха с желтыми, гладкими семенами и красными цветками имеет желтыми семенами и белыми цветками?

3. Какая часть (%) потомства, полученного от анализирующего скрещивания тригетерозиготных растений гороха с желтыми, гладкими семенами и красными цветками имеет гладкими семенами и красными цветками?

4. Какая часть (%) потомства, полученного от анализирующего скрещивания тригетерозиготных растений гороха с желтыми, гладкими семенами и красными цветками имеет морщинистыми семенами и красными цветками?

5. Концентрация сахара в корнеплодах сахарной свеклы определяется тремя парами полимерных генов. Растение, имеющие только доминантные аллели содержит 30 мг сахара, совокупность рецессивных генов обеспечивает накопление 18 мг сахара. В результате анализирующего скрещивания тригетерозиготных растений получено 960 особей. Сколько из них содержат 30 мг сахара?

6. Концентрация сахара в корнеплодах сахарной свеклы определяется тремя парами полимерных генов. Растение, имеющие только доминантные аллели содержит 30 мг сахара, совокупность рецессивных генов обеспечивает накопление 18 мг сахара. В результате анализирующего скрещивания тригетерозиготных растений получено 960 особей. Сколько из них содержат 26 мг сахара?

7. Концентрация сахара в корнеплодах сахарной свеклы определяется тремя парами полимерных генов. Растение, имеющие только доминантные

аллели содержит 30 мг сахара, совокупность рецессивных генов обеспечивает накопление 18 мг сахара. В результате анализирующего скрещивания тригетерозиготных растений получено 960 особей. Сколько из них содержат 24 мг сахара?

8. У кроликов нормальная длина шерсти является доминантным (В), а короткая - рецессивным (b). При скрещивании было получено потомство 50% с нормальной длиной шерсти и 50% с короткой. Определить генотип родителей.

9. В результате скрещивания пчелиной матки с трутнями было получено поколение F_t, где самцы имели генотипы АВ, Ab, аВ, ab, а самки - АaВb, Aabb, aabb. Определите генотип родителей.

10. У человека ген тонких губ рецессивен по отношению к гену толстых губ. В семье у мужа толстые губы, а у жены - тонкие. У отца мужа губы были тонкими. Какова вероятность (%) рождения в этой семье ребенка с тонкими губами

11. При дигибридном скрещивании двух сортов томатов с желтыми и оранжевыми плодами дало красноплодные гибриды, а в F₂ получили 180 растений с красными плодами, 60 - с желтыми, 60 - с оранжевыми и 20 - с желтооранжевыми. Сколько разных фенотипов может получиться от возвратного скрещивания F₁ с оранжевоплодным родителем? Сколько растений F₂ с полностью гетерозиготны?

12. У гороха желтый цвет семени определяет ген (К) - доминантный, желтый цвет семени гороха связан с рецессивным геном (к), гладкость семени - ген (С), а морщинистость зависит от гена (с). При скрещивании какого генотипа можно получить 50% желтых гладких и 50% желтых морщинистых горошин.

13. Миоплегия в качестве доминантного признака передается по наследству. От организмов с каким генотипов можно ожидать рождения 50% больных и 50% здоровых детей?

14. Гетерозиготную мохнатую (Аа) крольчиху скрестили с гомозиготным гладкошерстным (аа) кроликом. Определите формулу расщепления гибридного потомства по фенотипу.

7.4. Кодоминирование

Методические рекомендации

Кодоминирование — это такой тип взаимодействия аллельных генов, при котором каждый из аллелей проявляет своё действие, и ни один аллель не подавляет действие другого. В результате у гетерозигот формируется новый признак.

Типичным примером такого взаимодействия аллельных генов является наследование групп крови у человека. Вспомним, что группы крови определяет наличие на поверхности эритроцитов специфических белков

агглютиногенов. Это может быть агглютиноген А, агглютиноген В, или вообще отсутствие агглютиногена. Соответственно данные признаки кодируются тремя аллелями: А, В, 0. Два первых — доминантные, третий — рецессивный. Аллели могут образовывать шесть генотипов: $I^A I^A$, $I^A I^O$, BB , $I^B I^O$, $I^O I^O$, $I^A I^B$. При этом формируются 4 фенотипа, которые называют *группами крови*. Первая группа крови — рецессивная гомозигота $I^O I^O$, вторая группа крови — доминантная гомозигота $I^A I^A$ и гетерозигота $I^A I^O$ при участии доминантного аллеля, третья группа крови — доминантная гомозигота при участии второго доминантного аллеля $I^B I^B$ и гетерозигота $I^B I^O$ при участии доминантного аллеля, четвертая группа крови — гетерозигота $I^A I^B$. Поскольку последнюю группу крови определяет присутствие в генотипе доминантных аллелей, то ни один из них не может подавить другой, и поэтому они сосуществуют в одном фенотипе. Это значит, что такая особь имеет как агглютиноген А, так и агглютиноген В.

Таблица 2

Наследование групп крови у человека

Группа крови (генотип)	♀	I ($I^O I^O$)	II ($I^A I^A, I^A I^O$)	III ($I^B I^B, I^B I^O$)	IV ($I^A I^B$)
♂	Гаметы	$I^O I^O$	$I^A I^O$	$I^B I^O$	$I^A I^B$
I ($I^O I^O$)	$I^O I^O$	$I^O I^O$ (I)	$I^A I^O, I^O I^O$ (I, II)	$I^O I^O, I^B I^O$ (I, III)	$I^A I^O, I^B I^O$ (II, III)
II ($I^A I^A, I^A I^O$)	$I^A I^O$	$I^O I^O, I^A I^O$ (I, II)	$I^A I^A, I^A I^O, I^O I^O$ (I, II)	любая	$I^A I^A, I^A I^O I^B I^O, I^A I^B$ (II, III, IV)
III ($I^B I^B, I^B I^O$)	$I^B I^O$	$I^O I^O, I^B I^O$ (I, III)	любая	$I^O I^O, I^B I^O, I^B I^B$ (I, III)	$I^A I^O, I^B I^B, I^B I^O, I^A I^B$ (II, III, IV)
IV ($I^A I^B$)	$I^A I^B$	$I^A I^O, I^B I^O$ (II, III)	$I^A I^A, I^A I^B, I^A I^O, I^B I^O$ (II, III, IV)	$I^A I^O, I^A I^B, I^B I^B, I^B I^O$ (II, III, IV)	$I^A I^A, I^B I^B, I^A I^B$ (II, III, IV)

Решение задач:

1. Первая пара родителей имеет группы крови II и III, а вторая пара - IV и III. Ребенок имеет I группу крови. Какая пара его родители?

Дано:

P(1) $I^A I^O$ x $I^B I^O$

P(2) $I^A I^B$ x $I^B I^O$

F1- $I^O I^O$

P-?

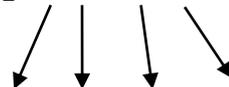
Решение:

Нам известно, что первая пара родителей имеет II($I^A I^O$) и III($I^B I^O$) группы, а вторая пара родителей имеет IV($I^A I^B$) и III($I^B I^O$) группы, а ребенок получился с I($I^O I^O$) группой. Необходимо определить кто его родители.

$P I^A I^O$ x $I^B I^O$



$P I^A I^B$ x $I^B I^O$



$$F_1 I^O I^O B^O I^O A^O I^O A^B$$

$$F_1 I^A I^O I^A I^B I^B I^O I^B I^B$$

Делаем вывод, что первая пара является родителями ребенка.

Ответ: $P I^A I^O \times I^B I^O$

2. Гены крови обозначаются I^A , I^B и I^O . Генотип $I^O I^O$ имеет I группу крови, генотипы $I^A I^A$ и $A I^O$ - имеют II группу крови, генотипы $I^B I^B$ и $I^B I^O$ - имеют III группу крови, генотип $I^A I^B$ - IV группу крови, аллели I^A и I^B - доминантны. Какие группы крови возможны у детей, если мать имеет вторую группу, а отец - первую?

Дано:

$I^O I^O$ - I группа
 $I^A I^A$ и $I^A I^O$ - II группа
 $I^B I^B$ и $I^B I^O$ - III группа
 $I^A I^B$ - IV группа
 $P \text{ } \text{♀} \text{ } I^A I^A . I^A I^O$
 $\text{♂} \text{ } I^O I^O$
 F1 - ?

Решение:

$P \text{ } I^A I^A \times I^O I^O \quad I^A I^O \times I^O I^O$
 F1 $I^A I^O \quad I^A I^O \quad I^O I^O$

Ответ: У детей могут быть I и II группы крови.

3. У женщины, имеющей II группу крови, с карими глазами, страдающей полидактилией и у голубоглазого мужчины с III группой крови, имеющего 5 пальцев родился голубоглазый ребенок с I группой крови, имеющий нормальное количество пальцев. Определить генотип родителей.

Дано:

$I^A I^O$ - II группа
 $I^B I^O$ - III группа
 C - карие глаза
 c - голубые глаза
 D - полидактилия
 d - норм. количество пальцев
 $P \text{ } \text{♀} \text{ } I^A _ C _ D _$
 $\text{♂} \text{ } I^B _ ccdd$
 F1 - $I^O I^O ccdd$
 P - ?

Решение:

Нужно определить генотип родителей, если ребенок имеет следующий генотип: $I^O I^O ccdd$

$P \text{ } I^A I^O CcDd \quad \times \quad I^B I^O ccdd$
 F1

$\text{♀} \text{ } \text{♂}$	$I^A CD$	$I^A Cd$	$I^A cD$	$I^A cd$	$I^O CD$	$I^O Cd$	$I^O cD$	$I^O cd$
$I^B cd$	$I^A I^B CcDd$	$I^A I^B Ccdd$	$I^A I^B ccDd$	$I^A I^B ccdd$	$I^B I^O CcDd$	$I^B I^O Ccdd$	$I^B I^O ccDd$	$I^B I^O ccdd$
$I^O cd$	$I^A I^O CcDd$	$I^A I^O Ccdd$	$I^A I^O ccDd$	$I^A I^O ccdd$	$I^O I^O CcDd$	$I^O I^O Ccdd$	$I^O I^O ccDd$	$I^O I^O ccdd$

Ответ: P I^AI^OCcDd x I^BI^Occdd

4. У родителей II и III группы крови. Они гетерозиготны по данной аллели. Какую группу крови можно ожидать у их детей?

Дано:

P ♀ I^AI^O

♂ I^BI^O

F₁-?

Решение:

P I^AI^O x I^BI^O

F₁ I^AI^BI^AI^OI^BI^OI^OI^O

Ответ: У детей могут быть все группы крови.

5. Гомозиготная женщина со II группой крови выходит замуж за мужчину с III группой крови у отца которого была I группа крови. Какую группу крови унаследуют их дети.

Дано:

P ♀ I^AI^A

♂ I^BI^O

F₁-?

Решение:

P I^AI^A x I^BI^O

F₁ I^AI^B: I^AI^O

Ответ: У детей могут быть все II и IV группы крови.

6. У человека гемофилия определяется рецессивным геном, расположенным в X-хромосоме, гены агглютиноген и резус-фактор кодируются аутосомными доминантными генами. Агглютиногены A и B кодируются генами, для которых характерно полное сцепление. Отец девушки с I группой крови, резус-положительный, гемофилик, мать IV группы крови, резус-отрицательная, здоровая по гемофилии. Мужчина I группы крови, резус-отрицательный, гемофилик. Укажите вероятность (%) рождения детей резус-отрицательных, гемофиликов от этого брака.

Дано:

I^OI^O - I группа

I^AI^B - IV группа

R - положительный резус

r - отрицательный резус

X^H - здоров

X^h - гемофилия

P ♀ I^AI^BrrX^HX^H x ♂ I^OI^ORRX^hY

F₁- __rrX^hX^h и __rrX^hY- ?

Решение:

P I^OI^OrrX^hY x I^AI^BRrX^HX^h

G

F₁

$\frac{\text{♀}}{\text{♂}}$	$I^O r X^h$	$I^O r Y$
$I^A R X^H$	$I^A I^O R r X^H X^h$	$I^A I^O R r X^H Y$
$I^A r X^H$	$I^A I^O r r X^H X^h$	$I^A I^O r r X^H Y$
$I^A R X^h$	$I^A I^O R r X^h X^h$	$I^A I^O R r X^h Y$
$I^A r X^h$	$I^A I^O r r X^h X^h$	$I^A I^O r r X^h Y$
$I^O R X^H$	$I^O I^O R r X^H X^h$	$I^O I^O R r X^H Y$
$I^O r X^H$	$I^O I^O r r X^H X^h$	$I^O I^O r r X^H Y$
$I^O R X^h$	$I^O I^O R r X^h X^h$	$I^O I^O R r X^h Y$
$I^O r X^h$	$I^O I^O r r X^h X^h$	$I^O I^O r r X^h Y$

16 – 100%

4 – X

$X = 4 * 100 / 16 = 25\%$

Ответ: вероятность появления детей резус-отрицательных детей гемофиликов составляет 25%.

Задачи для самостоятельного решения

1. У какого % детей отсутствует агглютинин А, от брака мужчины с 4 группой крови с гомозиготной женщины со 2 группой крови?

2. У какого % детей отсутствует агглютинин В, от брака мужчины с 4 группой крови с гомозиготной женщины со 2 группой крови?

3. У человека различают 4 группы крови системы АВ0, за формирование которых отвечают три аллеля аутосомного гена I; I^A, I^B и I⁰. Сколько аллелей этого гена имеется в диплоидной клетке каждого человека?

4. Дедушка мальчика со стороны матери имеет IV группу крови, остальные бабушки и дедушка имеют I группу крови. Какова вероятность для этого мальчика иметь группу крови IV и I?

5. У человека группа крови наследуется аллельными генами А, В, 0. Лица с генотипом 00 имеют первую группу крови, с генотипами АА А0- вторую, ВВ или В0- третью, АВ- четвертую. Эти гены находятся под контролем гена Н и h. Ген Н не влияет на проявление второй, третьей и четвертой группы. Ген hв гомозиготном состоянии подавляет работу генов А и В, в результате лица с таким генотипом имеют первую группу. Определите вероятность рождения детей (%) со второй группой, если родители гетерозиготные по гену Н и имеют четвертую группу.

6. Оба родителей имеют IV группу крови, какова вероятность в % рождения детей с такой же группой и с другой. Уточнить какая другая группа крови может быть у детей.

7. Первая пара родителей имеет группы крови II и III, а вторая пара - IV и III. Ребенок имеет I группу крови. Какая пара его родители?

8. В родильном доме перепутали двух мальчиков, назовем их условно Икс и Игрек. Родители одного из них имели I и IV группу крови, родители

второго I и III. Лабораторный анализ показал, что у Игрека-I, а у Икса-II группа крови. Определите, кто чей сын?

9. У мальчика первая группа крови, а у его сестры- четвертая. Что можно сказать о группах крови их родителей?

10. У мамы I группа крови, а у отца – III. Могут ли дети унаследовать группу крови своей матери?

11. Гены крови обозначаются A, B и OO. Генотип OO имеет I группу крови, генотипы AA и AO- имеют II группу крови, генотипы BB и BO- имеют III группу крови, генотип AB- IV группу крови, аллели A и B -доминантны. Какие группы крови возможны у детей, если мать имеет вторую группу, а отец- первую?

12. У родителей II и III группы крови. Они гетерозиготны по данной аллели. Какую группу крови можно ожидать у их детей?

13. Мать имеет I группу крови, отец – III он гетерозиготен по данной аллели. Какие группы крови можно ожидать у детей?

14. У родителей II и IV группы крови (по системе AB) будут ли в семье дети, непохожие фенотипически по группам крови на своих родителей? Мама родителя со II группой имела I группу крови.

15. Первая пара родителей имеет группы крови II и III, а вторая пара- IV и III. Ребенок имеет I группу крови. Какая пара его родители?

16. У женщины, имеющей II группу крови, с карими глазами, страдающей полидактилией и у голубоглазого мужчины с III группой крови, имеющего 5 пальцев родился голубоглазый ребенок с I группой крови, имеющий нормальное количество пальцев. Определить генотип родителей.

17. Гомозиготная женщина со II группой крови выходит замуж за гомозиготного мужчину с III группой крови. Какую группу крови унаследуют их дети?

18. С какой группой крови у людей встречается и не встречается агглютинин α ?

19. У человека гемофилия определяется рецессивным геном, расположенным в X хромосоме, гены агглютиноген и резус-фактор кодируются аутосомными доминантными генами. Агглютиногены A и B кодируются генами, для которых характерно полное сцепление. Отец девушки с I группой крови, резус- положительный, гемофилик, мать IV группы крови, резус- отрицательная, здорова по гемофилии. Мужчина I группы крови, резус- отрицательный, гемофилик. Укажите вероятность (%) рождения мальчиков резус-положительный, здоровых по гемофилии от этого брака.

20. Гомозиготная женщина со II группой крови выходит замуж за гомозиготного мужчину с III группой крови. Какую группу крови унаследуют их дети.

7.5. Комплементарное взаимодействие генов

Методические рекомендации

Комплементарность (дополнительное действие генов) — взаимодействие неаллельных генов, при котором они дополняют друг друга, а признак формируется лишь при одновременном действии двух доминантных генов, каждый из которых в отдельности не вызывает развития признака.

Таблица 3

Наследование окраски цветков у душистого горошка

Генотип	Признак
A-B-	фиолетовые цветки
A-bb	белые цветки
aaB-	белые цветки
aabb	белые цветки

Ни один из доминантных генов не определяет окраску цветка. Фиолетовая окраска появляется только при наличии в генотипе растения двух доминантных генов А и В.



Рис.13. Окраска цветков у душистого горошка

При скрещивании дигетерозигот результаты следующие:

P: $AaBb$ фиолетовые x $AaBb$ фиолетовые

G: (AB) (Ab) (aB) (ab) (AB) (Ab) (aB) (ab)

F₁:

	AB	Ab	aB	ab
AB	$AABB$ фиолетовые	$AABb$ фиолетовые	$AaBB$ фиолетовые	$AaBb$ фиолетовые
Ab	$AABb$ фиолетовые	$AAbb$ белые	$AaBb$ фиолетовые	$Aabb$ белые
aB	$AaBB$ фиолетовые	$AaBb$ фиолетовые	$aaBB$ белые	$aaBb$ белые
ab	$AaBb$ фиолетовые	$Aabb$ белые	$aaBb$ белые	$aabb$ белые

Рис.14.Скрещивание дигетерозигот

Расщепление по генотипу: $9A-B- : 3A-bb : 3aaB- : 1aabb$.

Расщепление по фенотипу: 9 (фиолетовые) : 7 (белые).

При комплементарном взаимодействии генов могут наблюдаться и другие типы расщепления признака.

У людей данный тип взаимодействия обуславливает нормальное развитие слуха (один ген определяет развитие улитки, а другой ген — развитие слухового нерва). Нормальный слух формируется при наличии двух доминантных генов. Если один из генов присутствует в доминантной форме, а второй — в рецессивной, то проявляется глухота, так как один из органов слухового анализатора не развивается.

Решение задач:

1. При скрещивании шарообразных тыкв с двумя различными генотипами в F₁ были получены тыквы дисковидной формы, а F₂ получено 450 дисковидных, 300 шарообразных и 50 продолговатых. Какое количество шарообразных тыкв в F₂ гетерозиготны?

Дано:

$PAAbb$

$aaBB$

F₁ – $AaBb$

F₂- 450 $A_B_$

300 $A-bb$. $aaB_$

50 $aabb$

N A_bb . $aaB_$ - ?

Решение:

P $AAbb$ x $aaBB$

G Ab aB

F1 AaBb
 F2 A_V_, A_bb, aaV_, aabb
 9 : 6 : 1

По решетке Пеннета 4 из 6 полученных шарообразных тыкв гетерозиготны

300 общее количество шарообразных тыкв, вычисляем сколько из них гетерозиготных:

6 - 4
 300 - X X=200

Ответ: 200 шарообразных тыкв гетерозиготны.

2. У кур розовидный гребень является доминантным, а простой - рецессивным. Какой результат можно ожидать в поколении F₂ при скрещивании кур с розовидным гребнем и петухов с простым гребнем.

Дано:

AAbb-розовидный доминантный

aabb- простой рецессивный

F₂-?

Решение:

PAAbbx aabb

GAbab

F₂ Aabb

Ответ: розовидный гребень Aabb

3. Цветы душистого горошка могут быть белыми и красными. При скрещивании двух растений с белыми цветками все потомство оказалось с красными цветками. При скрещивании потомков между собой оказались растения с красными и белыми цветками в соотношении 9 красных 7 белых. Определить генотипы родителей F₁ и F₂.

Дано:

F₁ – A_V_

F₂- 9 A_V_ красные

3 A_bb белые

3 aaV_ белые

1 aabb белые

P F₁, F₂ -?

Решение

P AA bb x aa BB

белые белые

G Ab aB

F₁ AaBb

F₂ 9 A_V_ красные

3 A_bb белые

3 aaV_ белые

1 aabb белые

Ответ: P F1 – AA bb XaaBb

P F2 – AaBbXAaBb

4. При скрещивании сортов перца, имеющих коричневые и желтые плоды, в первом поколении получены растения с красными плодами, а во втором получено 322 растения. Из них 182 с красными, 59 с коричневыми, 20 с зелеными и 61 с желтыми плодами. Каким будет потомство от скрещивания гибридов первого поколения с растениями с зелеными плодами?

Дано:

F₁- 182 A $_$ V $_$ красные

61 A $_$ bb желтые

59 aaV $_$ коричневый

20 aabb зеленый

F₂ -?

Решение

P AaBb x aabb

G AB, Ab, aB, ab ab

F₂

$\begin{matrix} \text{♀} & \text{♂} \\ \text{♂} & \end{matrix}$	AB	Ab	aB	ab
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Соотношение по фенотипу и генотипу 1:1:1:1

AaBb – красный

Aabb – желтый

aaBb – коричневый

aabb – зеленый

Ответ: потомство F₂ будет 25% красный, 25% желтый, 25% коричневый, 25% зеленый.

5. При скрещивании коккер спаниелей с черной окраской шерсти в потомстве были получены щенки четырех мастей: 9 черных, 3 рыжих, 3 коричневых, 1 светло-желтый. При скрещивании черной собаки со светло-желтой был получен щенок светло-желтой окраски. Какова вероятность получения черных щенков, гомозиготных по двум парам генов, при скрещивании этой черной собаки с собакой одинакового с ним генотипа?

Дано:

F₁- 9 A $_$ V $_$ черная

3 A $_$ bb рыжая

3 aaV $_$ коричневая

1 aabb светло-желтая

F₂ -?

Решение

P AaBbxAaBb

G	AB, Ab, aB, ab	черная	AB, Ab, aB, ab	черная	
	♀♂	AB	Ab	aB	ab
	AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
	Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
	aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
	ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

F₂ 9 A_V_ черная
 3 A_bb рыжая
 3 aaV_ коричневая
 1 aabb светло-желтая

Ответ: Вероятность получения гомозиготных черных щенят составляет 6,25%

6. При дигибридном скрещивании двух сортов томатов с желтыми и оранжевыми плодами дало красноплодные гибриды, а в F₂ получили 180 растений с красными плодами, 60-с жёлтыми, 60-с оранжевыми и 20 с желто-оранжевыми. Сколько разных фенотипов может получиться от возвратного скрещивания F₁ с оранжевоплодным родителем? Сколько растений в F₂ полностью гетерозиготны?

Дано:

180 A_V_ красный
 60 A_bb оранжевый
 60 aaV_ желтый
 20 aabb желто-оранжевая
 F₂ -?

Решение

P	AaVb	красный	x	Aabb	оранжевый
G	AB, Ab, aB, ab	красный		AB, Ab, aB, ab	оранжевый
	♀♂	AB	Ab	aB	ab
	Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
	ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

3 A_V_ красный
 3 A_bb оранжевый
 1 aaV_ желтый
 1 aabb желто-оранжевая

P	AaVb	черная	x	AaVb	черная
G	AB, Ab, aB, ab	черная		AB, Ab, aB, ab	черная
	♀♂	AB	Ab	aB	ab

AB	AABB	AABb	AaBB	<i>AaBb</i>
Ab	AABb	AAbb	<i>AaBb</i>	Aabb
aB	AaBB	<i>AaBb</i>	aaBB	aaBb
ab	<i>AaBb</i>	Aabb	aaBb	aabb

F₂ 9 A_V_ черная
 3 A_bb рыжая
 3 aaV_ коричневая
 1 aabb светло-желтая

$$180+60+60+20=320$$

$$320 - 16$$

$$x - 4$$

$$x = 320 * 4 / 16 = 80 \text{ растений полностью гетерозиготны.}$$

Ответ: 4 различных фенотипов, 80 растений полностью гетерозиготны.

Задачи для самостоятельного решения

1. Определите генотипическое соотношение при комплементарии.
2. При дигибридном скрещивании сортов томатов с желтыми и оранжевыми плодами дало красноплодные гибриды, а в F₂ получили 180 растений с красными плодами, 60 - с желтыми, 60 - с оранжевыми и 20 - с жёлто-оранжевыми. Сколько разных фенотипов может получиться от возвратного скрещивания F₁ с оранжево плодным родителем? Сколько растений F₂ с полностью гетерозиготны.
3. При дигибридном скрещивании двух сортов томатов с желтыми и оранжевыми плодами дало красноплодные гибриды, а в F₂ получили 180 растений с красными плодами, 60 - с желтыми, 60 - с оранжевыми и 20 - с желтооранжевыми. Сколько разных фенотипов может получиться от возвратного скрещивания F₁ с оранжевоплодным родителем? Сколько растений F₂ с полностью гетерозиготны?
4. При скрещивании гороха желтого цвета с коричневым в F₁ все потомство единообразное по фенотипу - весь горох красного цвета. При скрещивании в F₂ получено расщепление: 183 гороха было красным, 59-желтым, 61-коричневым и 20-зеленым. Установите генотип родителей.
5. При скрещивании гороха желтого цвета с коричневым в F₁ все потомство единообразное по фенотипу- весь горох красного цвета. При скрещивании в F₂ получено расщепление: 183 гороха было красным, 59 желтым, 61 коричневым, 20 зеленым. Установите генотип родителей.
6. При взаимном скрещивании растений хлопчатника светло-антоцианового цвета получено 600 растений. Из них 340 растений светло-антоцианового цвета. Определите, какое количество остальных растений будет иметь зеленую окраску.
7. Цветы душистого горошка могут быть белыми и красными. При скрещивании двух растений с белыми цветками все потомство оказалось с красными цветками. При скрещивании потомков между собой оказались

растения с красными и белыми цветками в соотношении 9 красных 7 белых. Определить генотипы родителей F_1 и F_2 .

8. От скрещивания белоцветковых растений душистого горошка ($AAbb$) с белоцветковыми ($aaBB$) получено фиолетовое по окраске цветов потомство. Какой процент особей получено при самоопылении этого потомства, будет фиолетовым?

9. При скрещивании шарообразных тыкв с двумя различными генотипами в F_1 были получены тыквы дисковидной формы, а F_2 получено 450 дисковидных, 300 шарообразных и 50 продолговатых. Какое количество шарообразных тыкв в F_2 гетерозиготны?

10. При скрещивании шарообразных тыкв с двумя различными генотипами в F_1 были получены тыквы дисковидной формы, а F_2 получено 450 дисковидных, 300 шарообразных и 50 продолговатых. Какие генотипы имеют продолговатые тыквы?

11. При дигибридном скрещивании двух сортов томата с жёлтым и оранжевыми плодами дало красноплодные гибриды, а в F_2 получили 180 растений с красными плодами, 60 с желтыми, 60 с оранжевыми и 20 с желто-оранжевыми. Сколько разных фенотипов может получиться от возвратного скрещивания F_1 с оранжевоплодным родителем? Сколько растений F_2 полностью гетерозиготны?

12. Окраска шерсти у одной породы собак наследуется двумя парами неаллельных генов. Собаки с генотипом $A-B-$ имеют черную окраску, собаки с генотипом $A-bb$ имеют рыжую окраску, с генотипом $aaB-$ имеют коричневую окраску, собаки с двумя рецессивными аллелями обладают желтой окраской. Черная самка скрещивается с рыжим самцом. В потомстве получены черные, рыжие, желтые, и коричневые щенки. Определите генотипы родителей и F_1 .

13. У кур розовидный гребень является доминантным, а простой - рецессивным. Какой результат можно ожидать в поколении F_2 при скрещивании кур с розовидным гребнем и петухов с простым гребнем.

14. Окраска шерсти у одной породы собак наследуется двумя парами неаллельных генов. Собаки с генотипом $A-B-$ имеют черную окраску, собаки с генотипом $A-bb$ имеют рыжую окраску, с генотипом $aaB-$ имеют коричневую окраску, собаки с двумя рецессивными аллелями обладают желтой окраской. Черная самка скрещивается с рыжим самцом. В потомстве получены черные, рыжие, желтые, и коричневые щенки. Сколько % потомства фенотипически не схожи с родителями?

15. При скрещивании кур с розовидным гребнем (A) и черной окраской (B) с петухами с простым гребнем (a) белого цвета (b) все потомство имело розовидный гребень и голубое оперение. Гены не сцеплены. Установите расщепление по генотипу у гибридов, полученных при скрещивании кур первого поколения между собой. Какова вероятность появления голубых птиц с простым гребнем среди второго поколения?

16. При скрещивании кур с розовидным гребнем (A) и черной окраской (B) с петухами с простым гребнем (a) белого цвета (b) все потомство имело

розовидный гребень и голубое оперение. Гены не сцеплены. Установите расщепление по генотипу у гибридов, полученных при скрещивании кур первого поколения между собой. Какова вероятность появления белых птиц с розовидным гребнем среди второго поколения?

17. При скрещивании кур с розовидным гребнем (А) и черной окраской (В) с петухами с простым гребнем (а) белого цвета (b) все потомство имело розовидный гребень и голубое оперение. Гены не сцеплены. Установите расщепление по генотипу у гибридов, полученных при скрещивании кур первого поколения между собой. Какова вероятность появления черных птиц с розовидным гребнем среди второго поколения?

18. При скрещивании кур с розовидным гребнем (А) и черной окраской (В) с петухами с простым гребнем (а) белого цвета (b) все потомство имело розовидный гребень и голубое оперение. Гены не сцеплены. Установите расщепление по генотипу у гибридов, полученных при скрещивании кур первого поколения между собой. Какова вероятность появления белых птиц с простым гребнем среди второго поколения?

19. При скрещивании кур с розовидным гребнем (А) и черной окраской (В) с петухами с простым гребнем (а) белого цвета (b) все потомство имело розовидный гребень и голубое оперение. Гены не сцеплены. Установите расщепление по генотипу у гибридов, полученных при скрещивании кур первого поколения между собой.

20. При скрещивании кур с розовидным гребнем (А) и черной окраской (В) с петухами с простым гребнем (а) белого цвета (b) все потомство имело розовидный гребень и голубое оперение. Гены не сцеплены. Установите расщепление по генотипу у гибридов, полученных при скрещивании кур первого поколения между собой. Какова вероятность появления черных птиц с простым гребнем среди второго поколения?

21. При скрещивании сортов перца, имеющих коричневые и желтые плоды в F_1 получены растения с красными плодами, а в F_2 получены 322 растения. Из них 182 с красными, 59 с коричневыми, 20 с зелеными и 61 с желтыми плодами. Сколько генотипов имеют особи с желтыми плодами?

22. При скрещивании сортов перца, имеющих коричневые и желтые плоды в F_1 получены растения с красными плодами, а в F_2 получены 322 растения. Из них 182 с красными, 59 с коричневыми, 20 с зелеными и 61 с желтыми плодами. Сколько генотипов имеют особи с красными плодами?

23. При скрещивании сортов перца, имеющих коричневые и желтые плоды в F_1 получены растения с красными плодами, а в F_2 получены 322 растения. Из них 182 с красными, 59 с коричневыми, 20 с зелеными и 61 с желтыми плодами. Каким будет потомство от скрещивания гибридов в F_1 с растениями имеющими зеленые плоды?

24. При скрещивании сортов перца, имеющих коричневые и желтые плоды, в первом поколении получены растения с красными плодами, а во втором получено 322 растения. Из них 182 с красными, 59 с коричневыми, 20

с зелеными и 61 с желтыми плодами. Сколько генотипов имеют особи с красными (а) и желтыми (b) плодами.

25. У ячменя в синтезе пигмента хлорофилл участвуют два фермента. Их отсутствие приводит к нарушению синтеза этого пигмента. Синтез каждого пигмента происходит под воздействием доминантных генов (А и В), которые расположены в разных аутосомах. При отсутствии первого фермента окраска растений образует белый цвет, а при отсутствии второго - окраска желтого цвета. Отсутствие обоих ферментов приводит к белой окраске, наличие обоих ферментов приводит к зеленой окраске растений. Какое соотношение наблюдается по фенотипу при скрещивании дигетерозиготных растений ячменя?

26. У лошадей действие генов вороной (С) и рыжей масти (с) проявляется только в отсутствие доминантного гена (Д). Если он присутствует, то окраска белая. Какова вероятность рождения лошадей с белой масти, при скрещивании белых лошадей -генотипом СсДд с рыжей масти

7.6. Эпистатическое взаимодействие неаллельных генов

Методические рекомендации

Эпистаз — взаимодействие неаллельных генов, при котором ген одной аллельной пары подавляет действие доминантного гена другой аллельной пары.

Гены, которые подавляют действие других генов, называют генами-супрессорами, или генами-ингибиторами. Реакция между данными генами может быть доминантной и рецессивной.

Доминантный эпистаз наблюдается в случае, когда доминантная аллель гена-супрессора (обычно он обозначается буквой I) подавляет действие другого гена.

Рецессивный эпистаз наблюдается, когда рецессивная аллель гена-супрессора угнетает проявление любой из аллелей другого гена.

Расщепление по фенотипу при каждом из видов этих взаимодействий различается. При доминантном эпистазе при скрещивании дигетерозигот расщепление может быть следующим — 13:3, 7:6:3 или 12:3:1. При рецессивном эпистазе расщепление такое: 9:3:4, 9:7 или 13:3.

Пример:

У большинства пород кур наличие пигмента в перьях определяет доминантный аллель А. Ген I подавляет синтез пигмента.

2. У тыквы желтая окраска плодов обусловлена геном U , зеленая окраска - геном u . Ген S - доминантный ингибитор, ген s не препятствует проявлению окраски. Какое разнообразие по фенотипу наблюдается в первом поколении (F_1), полученном при скрещивании между собой тыквы генотипа $Uuss$ с тыквой генотипа $uuss$?

Дано:

U - желтая

u - зеленая

S - ингибитор

s - не проявляет окраску

$PUuss$

$uuss$

F_1 (фенотип)-?

Ответ: в F_1 по фенотипу желтые и зеленые тыквы.

Решение:

$P Uuss \times uuss$

$G Us \quad us \quad us$

$F_1 Uuss \quad uuss$

жел. зел.

3. От скрещивания двух пород кур с белым $ССII$ оперением гибриды F_1 оказались тоже белые, а в F_2 получилось 650 белых и 150 окрашенных черных цыплят. Сколько разных генотипов среди белых и окрашенных цыплят F_2 ?

Дано:

C - черная

c - белая

I – ингибитор

i – проявляет цвет

$РССII$

$Ccii$

F_1 - 650 белых

150 черных

F_2 (разных генот.) - ?

Решение:

$P CCI \times cci$

$G CI \quad ci$

$F_1 CcIi$

F_2 9 $C_I_$ белые

3 C_ii черные

3 $ccI_$ белые

1 $ccii$ белые

По решетке Пеннета 9 генотипических групп:

1:2:2:1:4:2:1:2:1

Из них 7 разных генотипов белых и 2 черных

Ответ: 7 разных генотипов белых и 2 черных.

Задачи для самостоятельного решения

1. У льна ген B обеспечивает развитие разрезанной формы лепестков, ген b обеспечивает развитие гладких лепестков. Доминантная аллель (S) второй пары неаллельного гена подавляет действие гена B и обеспечивает развитие гладкой формы лепестков. В результате скрещивания двух растений с гладкими лепестками получены 270 растений с разрезанными и 450 растений с гладкими лепестками. Определите генотип родительских форм.

2. У льна ген B обеспечивает развитие разрезанной формы лепестков, ген b обеспечивает развитие гладких лепестков. Доминантная аллель (S) второй пары неаллельного гена подавляет действие гена B и обеспечивает

9. У кенафа ген В обеспечивает развитие разрезанной формы лепестков, ген б обеспечивает развитие гладких лепестков. Доминантная аллель (S) второй пары неаллельного гена подавляет действие гена В и обеспечивает развитие гладкой формы лепестков. В результате скрещивания двух растений с гладкими лепестками получены 456 растений с разрезанными и 456 растений с гладкими лепестками. Определите генотип родительских форм.

10. В птицефабрике из яиц вылупились 8800 цыплят. Из них 18,75% составляют особи с черными перьями, а остальные с белыми перьями. Сколько процентов особей с белыми перьями имеют доминантный ингибиторный ген?

11. В птицефабрике из яиц вылупились 4400 цыплят. Из них 18,75% составляют особи с черными перьями, а остальные с белыми перьями. Сколько % цыплят с белыми перьями будут иметь доминантный ингибиторный ген?

12. В птицефабрике из яиц вылупились 4400 цыплят. Из них 18,75% составляют особи с черными перьями, а остальные с белыми перьями. Сколько % цыплят с черными перьями?

13. В птицефабрике из яиц вылупились 4400 цыплят. Из них 18,75% составляют особи с черными перьями, а остальные с белыми перьями. Сколько % цыплят с белыми перьями?

14. У тыквы желтая окраска плодов обусловлена геном U, зеленая окраска - геном и. Ген S - доминантный ингибитор, ген s не препятствует проявлению окраски. Какое разнообразие по фенотипу наблюдается в первом поколении (F₁), полученном при скрещивании между собой тыквы генотипа Uuss с тыквой генотипа uuss?

15. У тыквы желтая окраска плодов обусловлена геном U, зеленая окраска - геном и. Ген S - доминантный ингибитор, ген s не препятствует проявлению окраски. Какое разнообразие по фенотипу наблюдается в первом поколении (F_i), полученном при скрещивании между собой тыквы генотипа UUSS с тыквой генотипа uuss?

16. У тыквы желтая окраска плодов обусловлена геном U, зеленая окраска - геном и. Ген S - доминантный ингибитор, ген s не препятствует проявлению окраски. Какое разнообразие по фенотипу наблюдается в первом поколении (F₁), полученном при скрещивании между собой дигетерозиготной белой тыквы с тыквой зеленой окраски?

17. У тыквы желтая окраска плодов обусловлена геном U, зеленая окраска - геном и. Ген S - доминантный ингибитор, ген s не препятствует проявлению окраски. Какое разнообразие по генотипу наблюдается в первом поколении (F₁), полученном при скрещивании между собой дигетерозиготной белой тыквы с тыквой зеленой окраски?

18. От скрещивания двух пород кур с белым ССІІхссіі оперением гибриды F₁ оказались тоже белые, а в F₂ получилось 650 белых и 150 окрашенных черных цыплят. Сколько разных генотипов среди белых и окрашенных цыплят F₂?

19. У тыквы желтая окраска плодов обусловлена геном U , зеленая окраска - геном u . Ген S - доминантный ингибитор, ген s не препятствует проявлению окраски. Какое разнообразие по фенотипу наблюдается в первом поколении (F_1), полученном при скрещивании между собой дигетерозиготной белой тыквы с тыквой зеленой окраски?

20. Окраска мышей определяется двумя парами неаллельных генов, несцепленных между собой. Доминантный ген одной пары обуславливает серый цвет, его рецессивный аллель - черный. Доминантный ген другой пары способствует проявлению цветности, его рецессивный аллель подавляет цветность. При скрещивании серых мышей между собой получено потомство из 82 серых, 35 белых и 27 черных мышей. Определите генотипы родителей.

21. У лошадей черная масть доминирует над рыжей. Черная и рыжая окраска регулируется второй парой неаллельных генов. Рецессивный ген второй аллели подавляет деятельность гена ответственного за окраску, в результате лошади становятся белой масти. Скрещиваются дигетерозиготные формы. В потомстве было получено лошади черной, рыжей, белой окраски. Определите, сколько процентов потомства не имеют черной масти.

22. У сорта репчатого лука красная окраска луковицы доминирует над желтой, но вторая пара неаллельного рецессивного гена в гомозиготном состоянии подавляет деятельность гена ответственного за окраску, в результате луковица становится белой. При скрещивании растений с красной и желтой окраской, было получено растения с желтыми, белыми, красными луковицами. Сколько процентов потомства имеет белую окраску?

7.7. Полимерное взаимодействие неаллельных генов

Методические рекомендации

Полимерный тип взаимодействия был впервые установлен Г. Нильсеном-Эле при изучении наследования окраски зерна у пшеницы. При скрещивании красnozерного сорта пшеницы с белозерным в первом поколении гибриды были окрашенными, но окраска была розовой. Во втором поколении только $1/16$ часть потомства имела красную окраску зерна и $1/16$ — белую, у остальных окраска была промежуточной с разной степенью выраженности признака (от бледно-розовой до темно-розовой). Анализ расщепления в F_2 показал, что в определении окраски зерна участвуют две пары неаллельных генов, действие которых суммируется. Степень выраженности красной окраски зависит от количества доминантных генов в генотипе.

Полимерные гены принято обозначать одинаковыми буквами с добавлением индексов, в соответствии с числом неаллельных генов.

Действие доминантных генов в данном скрещивании является аддитивным, так как добавление любого из них усиливает развитие признака.

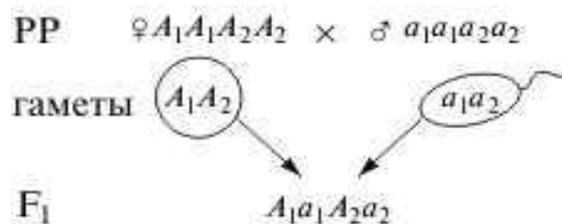


Рис.16. Схема наследования окраски зерна у пшеницы

Таблица 5

F ₂ ♀/♂	A_1A_2	A_1a_2	a_1A_2	a_1a_2
A_1A_2	$A_1A_1A_2A_2$ красн.	$A_1A_1A_2Aa_2$ ярко-розов.	$A_1a_1A_2A_2$ ярко-розов.	$A_1a_1A_2a_2$ розов.
A_1a_2	$A_1A_1A_2a_2$ ярко-розов.	$A_1A_1a_2a_2$ розов.	$A_1a_1A_2a_2$ розов.	$A_1a_1a_2a_2$ бледно-розов.
a_1A_2	$A_1a_1A_2A_2$ ярко-розов.	$A_1a_1A_2a_2$ розов.	$a_1a_1A_2A_2$ розов.	$a_1a_1A_2a_2$ бледно-розов.
a_1a_2	$A_1a_1A_2a_2$ розов.	$A_1a_1a_2a_2$ бледно-розов.	$a_1a_1A_2a_2$ бледно-розов.	$a_1a_1a_2a_2$ бел.

F₂: 15 окраш. : 1 бел.

Описанный тип полимерии, при котором степень развития признака зависит от дозы доминантного гена, называется кумулятивным. Такой характер наследования обычен для количественных признаков, к которым следует отнести и окраску, т.к. ее интенсивность обусловлена количеством вырабатываемого пигмента. Если не учитывать степень выраженности окраски, то соотношение окрашенных и неокрашенных растений в F₂ соответствует формуле 15 : 1.

Однако в некоторых случаях полимерия не сопровождается кумулятивным эффектом. В качестве примера можно привести наследование формы семян у пастушьей сумки. Скрещивание двух рас, одна из которых имеет треугольные плоды, а другая яйцевидные дает в первом поколении гибриды с треугольной формой плода, а во втором поколении наблюдается расщепление по этим двум признакам в соотношении 15 треуг. : 1 яйцев.

Данный случай наследования отличается от предыдущего только на фенотипическом уровне: отсутствие кумулятивного эффекта при увеличении дозы доминантных генов обуславливает одинаковую выраженность признака (треугольная форма плода) независимо от их количества в генотипе.

Задачи для самостоятельного решения

1. Какой рост имеют дети от брака мужчины с генотипом $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$ имеющего рост 180 см, и женщины с генотипом $A_1a_1A_2a_2a_3a_3$ имеющей рост 160?

Дано:

P ♀ $A_1a_1A_2a_2a_3a_3$ 160 см

♂ $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$ 180 см

F1-?

Решение:

P ♀ $A_1a_1A_2a_2a_3a_3$ x ♂ $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$

G $A_1A_2a_3$ $A_1a_2a_3$ $a_1A_2a_3$ $a_1a_2a_3$ $A_1A_2A_3$

F1 $A_1A_1A_2A_2A_3a_3$ $A_1A_1A_2a_2A_3a_3$ $A_1a_1A_2A_2A_3a_3$ $A_1a_1A_2a_2A_3a_3$
 175 см 170 см 170 см 165 см

Ответ: $180/6=30$ см (A)

$160/6=25$ см (a)

2. Каким должен быть генотип кроликов с длиной ушей 15 см, если длина ушей 24 см связана с доминантными генами, а длина ушей 12 см - с рецессивными генами $d_1d_1d_2d_2$?

Дано:

$D_1D_1D_2D_2=24$ см

$d_1d_1d_2d_2=12$ см

15 см- ?

Решение:

$D_1D_1D_2D_2=24$ см $24/4=6$ см (D)

$d_1d_1d_2d_2=12$ см $12/4=3$ см (d)

Ответ: $D_1d_1d_2d_2=15$ см.

3. Без учета влияния окружающей среды высокий рост человека определяется генами $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$, а низкий рост - генами $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$. В случае доминантности всех генов рост человека составляет 180 см, а в случае рецессивности всех генов - 150 см. Каким будет рост детей, рожденных от брака мужчины гомозиготного по доминантным генам с женщиной низкого роста?

Дано:

$A_1A_1A_2A_2A_3A_3$ – высокий рост

$a_1a_1a_2a_2a_3a_3$ – низкий рост

P ♀ $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$

♂ $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$

F1 - ?

Решение:

P ♀ $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$ X ♂ $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$

G $a_1a_2a_3$ $A_1A_2A_3$

F1 $A_1a_1A_2a_2A_3a_3$

165 см

Ответ: 165 см.

Задачи для самостоятельного решения

1. Определите генотипическое соотношение при полимерии.
2. Какой рост имеют дети от брака мужчины с генотипом $A_1A_1a_2a_2A_3A_3$ имеющего рост 170 см, и женщины с генотипом $a_1a_1A_2a_2A_3A_3$ имеющей рост 165?
3. Какой рост имеют дети от брака мужчины с генотипом $A_1A_1a_2a_2A_3A_3$ имеющего рост 170 см, и женщины с генотипом $a_1a_1A_2A_2A_3A_3$ имеющей рост 170?
4. Какой рост имеют дети от брака мужчины с генотипом $A_1A_1a_2a_2A_3A_3$ имеющего рост 170 см, и женщины с генотипом $a_1a_1A_2a_2A_3a_3$ имеющей рост 165?
5. Какой рост имеют дети от брака мужчины с генотипом $a_1a_1A_2a_2a_3a_3$ имеющего рост 160 см, и женщины с генотипом $A_1A_1A_2a_2A_3A_3$ имеющей рост 175?
6. Какой рост имеют дети от брака мужчины с генотипом $a_1a_1A_2A_2a_3a_3$ имеющего рост 160 см, и женщины с генотипом $A_1A_1a_2a_2A_3A_3$ имеющей рост 170?
7. Какой рост имеют дети от брака мужчины с генотипом $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$ имеющего рост 180 см, и женщины с генотипом $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$ имеющей рост 150?
8. Какой рост имеют дети от брака мужчины с генотипом $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$ имеющего рост 180 см, и женщины с генотипом $A_1a_1a_2a_2a_3a_3$ имеющей рост 155?
9. Какой рост имеют дети от брака мужчины с генотипом $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$ имеющего рост 180 см, и женщины с генотипом $A_1a_1A_2a_2a_3a_3$ имеющей рост 160?
10. Какой генотип имеют дети ростом 175 см и 170 см от брака мужчины с генотипом $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$ имеющего рост 180 см, и женщины с генотипом $A_1a_1A_2a_2A_3a_3$ имеющей рост 165?
11. Какой генотип имеют дети ростом 150 см и 160 см от брака мужчины с генотипом $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$ имеющего рост 180 см, и женщины с генотипом $A_1a_1A_2a_2A_3a_3$ имеющей рост 165?
12. Какой генотип имеют дети ростом 175 см и 155 см от брака мужчины с генотипом $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$ имеющего рост 180 см, и женщины с генотипом $A_1a_1A_2a_2A_3a_3$ имеющей рост 165?
13. Какой генотип имеют дети ростом 165 см и 160 см от брака мужчины с генотипом $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$ имеющего рост 180 см, и женщины с генотипом $A_1a_1A_2a_2A_3a_3$ имеющей рост 165?
14. Без учета влияния окружающей среды высокий рост человека определяется генами $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$, а низкий рост - генами $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$. В случае доминантности всех генов рост человека составляет 180 см, а в случае рецессивности всех генов - 150 см. Каким будет рост детей, рожденных от

зрака мужчины гомозиготного по доминантным генам с женщиной низкого роста?

15. Уши кроликов породы Барон имеют длину 30 см, у других пород - 10 см. Длина ушей зависит от двух пар полимерных генов. Определите генотипы и фенотипы потомков первого поколения от скрещивания этих пород между собой

16. Длина ушей кроликов определяется двумя парами полимерных генов. Каждый доминантный ген определяет длину ушей 6 см, а каждый рецессивный ген - длину ушей 3 см. Сгруппируйте приведенные генотипы: 1) $D_1D_1D_2D_2$; 2) $D_1d_1D_2D_2$; 3) $D_1D_1D_2d_2$; 4) $D_1D_1d_2d_2$; 5) $D_1d_1d_2d_2$; 6) $d_1d_1d_2d_2$; 7) $d_1d_1D_2d_2$; 8) $D_1d_1D_2d_2$; в пары с соответствующими показателями длины ушей: а) 24 см; б) 21 см; в) 18 см; г) 15 см; е) 12 см

17. Каким должен быть генотип кроликов с длиной ушей 15 см, если длина ушей 24 см связана с доминантными генами, а длина ушей 12 см - с рецессивными генами $d_1d_1d_2d_2$?

18. Окраска зерна пшеницы определяется двумя полимерными генами (A_1 и A_2). Доминантные гомозиготы имеют красную, а рецессивные гомозиготы - белую окраску зерна. Какой из ниже следующих генотипов определяет светло-розовую окраску зерна?

19. Окраска зерна пшеницы определяется двумя полимерными генами (A_1 и A_2). Доминантные гомозиготы имеют красную, а рецессивные гомозиготы - белую окраску зерна. Какой из ниже следующих генотипов определяет светло-красную окраску зерна? 1) $A_1a_1A_2a_2$; 2) $a_1a_1A_2a_2$; 3) $A_1A_1A_2a_2$; 4) $A_1a_1A_2A_2$; 5) $A_1a_1a_2a_2$; 6) $A_1A_1a_2a_2$; 7) $a_1a_1A_2a_2$.

20. Длина ушей кроликов определяется двумя парами полимерных генов. Каким должен быть генотип организмов с длиной ушей 24 и 12 см, если каждый доминантный ген определяет длину ушей 6 см, а каждый рецессивный ген - длину ушей 3 см?

7.8. Плейотропное взаимодействие генов

Методические рекомендации

Плейотропия — множественное действие гена, влияние его на развитие нескольких признаков. Плейотропное действие генов является результатом серьезного нарушения обмена веществ, обусловленного мутантной структурой данного гена.

Так, например, ирландские коровы породы декстер отличаются от близкой по происхождению породы керри укороченными ногами и головой, но одновременно лучшими мясными качествами и способностью к откорму. При скрещивании коров и быков породы декстер 25% телят имеют признаки породы керри, 50% сходны с породой декстер, а в остальных 25% случаев наблюдаются выкидыши уродливых бульдогообразных телят. Генетический анализ позволил установить, что причиной гибели части потомства является переход в гомозиготное состояние доминантной мутации, вызывающей

недоразвитие гипофиза. В гетерозиготе этот ген приводит к появлению доминантных признаков коротконогости, короткоголовости и повышенной способности к отложению жира. В гомозиготе этот ген имеет летальный эффект, т.е. в отношении гибели потомства он ведет себя как рецессивный ген.

Летальный эффект при переходе в гомозиготное состояние характерен для многих плейотропных мутаций. Так, у лисиц доминантные гены, контролирующие платиновую и беломордую окраски меха, не оказывающие летального действия в гетерозиготе, вызывают гибель гомозиготных зародышей на ранней стадии развития. Аналогичная ситуация имеет место при наследовании серой окраски шерсти у овец породы ширази и недоразвития чешуи у зеркального карпа. Летальный эффект мутаций приводит к тому, что животные этих пород могут быть только гетерозиготными и при внутрипородных скрещиваниях дают расщепление в соотношении 2 мутанта : 1 норма.



Рис.17. Схема наследования платиновой окраски у лис

F₁: 2 плат. : 1 черн.

Однако большинство летальных генов рецессивны, и гетерозиготные по ним особи имеют нормальный фенотип. О наличии у родителей таких генов можно судить по появлению в потомстве гомозиготных по ним уродов, абортусов и мертворожденных. Чаще всего подобное наблюдается в близкородственных скрещиваниях, где родители обладают сходными генотипами, и шансы перехода вредных мутаций в гомозиготное состояние достаточно высоки.

Плейотропные гены с летальным эффектом есть у дрозофилы. Так, доминантные гены **Curly** — загнутые вверх крылья, **Star** — звездчатые глаза, **Notch** — зазубренный край крыла и ряд других в гомозиготном состоянии вызывают гибель мух на ранних стадиях развития.

Известная рецессивная мутация **white**, впервые обнаруженная и изученная Т. Морганом, также имеет плейотропный эффект. В гомозиготном состоянии этот ген блокирует синтез глазных пигментов (белые глаза),

снижает жизнеспособность и плодовитость мух и видоизменяет форму семенников у самцов.

У человека примером плейотропии служит болезнь Марфана (синдром паучьих пальцев, или арахнодактилия), которая вызывается доминантным геном, вызывающим усиленный рост пальцев. Одновременно он определяет аномалии хрусталика глаза и порок сердца. Болезнь протекает на фоне повышения интеллекта, в связи с чем ее называют болезнью великих людей. Ею страдали А. Линкольн, Н. Паганини.

Плейотропный эффект гена, по всей видимости, лежит в основе коррелятивной изменчивости, при которой изменение одного признака влечет за собой изменение других.

Решение задач:

1. У мышей ген доминантной желтой пигментации шерсти А обладает гомозиготным летальным действием (генотип АА приводит к гибели эмбриона). Его аллель а детерминирует рецессивную черную пигментацию и обеспечивает жизнеспособность мышей. Скрещены две желтые особи. Какое расщепление по окраске шерсти ожидается в F1?

Дано:

А- желтая шерсть
а – черная шерсть
АА- нежизнеспособные
Аа- жизнеспособные
Р ♀ Аа
♂ Аа
F1 -?

Решение:

Р Аа х Аа
G А а А а
F1 АААаАааа
1 погибает : 2 желтые : 1 черная

Ответ: 1 погибает : 2 желтые : 1 черная

2. Брахидактилия в доминантном состоянии проявляется у человека в виде укороченных пальцев. В гомозиготном состоянии она приводит к летальному исходу эмбриона. Какое потомство можно получить от брака мужчины с нормальными пальцами и женщины, имеющей укороченные пальцы.

Дано:

В- брахидактилия, ВВ – летальный исход
в- здоровый, Вв – жизнеспособные
Р ♀ Вв
♂ bb 50% с укороч. 50% с норм.
F1-?

Решение:

Р ♀ Вв х ♂ bb
G Вв b
F1 Вв bb

Ответ: 50% с укороч. 50% с норм.

3. У мексиканского дога ген, вызывающий отсутствие шерсти, в гомозиготном состоянии ведет к гибели потомства. При скрещивании двух нормальных догов часть потомства погибала. При скрещивании того же самца

со второй самкой, гибели потомства не было. Однако при скрещивании потомков от этих двух скрещиваний опять наблюдалась гибель щенков. Определите генотипы всех скрещиваемых особей.

Дано:

A- наличие шерсти,
 a- отсутствие шерсти, aa- нежизнеспособные
 Генотипы всех скрещиваемых особей-?
 1 : 2 : 1 гибнут

Решение:

- 1) P ♀ Aa x ♂ Aa
 G A a A a
 F1 AA Aa Aa aa
- 2) P ♀ AA x ♂ Aa
 G A A A a
 F1 AA Aa
 1 : 1
- 3) Скрещивание потомков:
 P ♀ AA x ♂ Aa
 G A A a
 F1 AA Aa
- P ♀ Aa x ♂ Aa
 G A a A a
 F1 AA 2Aa aa
- P ♀ AA x ♂ AA
 G A A A
 F1 AA

Ответ: Aa x Aa

AAx Aa

AAx Aa, Aa x Aa, AA x AA

Задачи для самостоятельного решения

1. Доминантный ген, вызывающий развитие укороченных ног у кур, одновременно вызывает укорочение клюва. У гомозиготных цыплят клюв так мал, что они гибнут из-за невозможности пробить скорлупу и выйти из яйца. Каковы будут генотипы и фенотипы 600 цыплят, полученных от скрещивания между собой гетерозиготных птиц с укороченными ногами? Сколько цыплят при этом погибнут, не вылупившись из яиц?

2. При скрещивании между собой хохлатых уток утята выводятся только из 75% яиц, а 25% гибнет перед вылуплением. Среди вылупившихся утят примерно 2/3 хохлатых и треть без хохолка. Установите генотипы родителей?

3. У мышей доминантный аллель короткохвостости вызывает гибель зародыша, гомозиготного по данному аллелю, на ранних стадиях развития. У гетерозигот хвосты короче, чем у нормальных особей. Определить фенотипы и генотипы потомства, возникающего от скрещивания длиннохвостых и короткохвостых мышей.

4. Одна из пород кур отличается укороченными ногами – доминантный признак (такие куры не разрывают огороды). Этот ген влияет также на длину клюва. При этом у гомозиготных по доминанте цыплят клюв так мал, что они не могут вылупиться из яйца и погибают. В инкубаторе хозяйства, разводящего только коротконогих кур (длинноногие куры не допускаются до размножения и отправляются на продажу), получено 3000 цыплят. Сколько среди них было коротконогих?

5. Синдром Ван дер Хеве обусловлен доминантным геном. Ген в гомозиготном состоянии приводит к окрашиванию белочной оболочки глаза в голубой цвет, хрупкости костей, карликовости и летальному исходу. Женщина с голубой склерой, нормальной в отношении хрупкости костей выходит замуж за нормального мужчину, родственники которого здоровы. Определите сколько здоровых и больных детей родится?

6. У мексиканского дога ген, вызывающий отсутствие шерсти, в гомозиготном состоянии ведет к гибели потомства. При скрещивании двух нормальных догов часть потомства погибала. При скрещивании того же самца со второй самкой, гибели потомства не было. Однако при скрещивании потомков от этих двух скрещиваний опять наблюдалась гибель щенков. Определите генотипы всех скрещиваемых особей.

7. Брахидактилия в доминантном состоянии проявляется у человека в виде укороченных пальцев. В гомозиготном состоянии она приводит к летальному исходу эмбриона. Какое потомство можно получить от брака мужчины с нормальными пальцами и женщины, имеющей укороченные пальцы.

8. У человека мутантный ген, контролирующий развитие соединительной ткани, обуславливает синдром «паучьи пальцы» (синдром Марфана) и вызывает не только удлинение пальцев рук и ног, но также изменение формы лица, дефект хрусталика, врожденные пороки сердца и др. Мужчина с синдромом Марфана женится на здоровой женщине, родители которой тоже здоровы. Какое потомство получится в этом браке.

9. Серповидноклеточная анемия у аборигенов Африки обусловлена доминантным геном S, который в гомозиготном состоянии вызывает гибель особей от анемии. Люди с генотипом ss в местных условиях гибнут от малярии, но не страдают малокровием. Гетерозиготы Ss выживают, так как не страдают малокровием и не болеют малярией. Какова доля жизнеспособного потомства у гетерозиготных родителей; у гетерозиготной матери и здорового отца?

10. У мышей ген доминантной желтой пигментации шерсти A обладает гомозиготным летальным действием (генотип AA приводит к гибели эмбриона). Его аллель a детерминирует рецессивную черную пигментацию и обеспечивает жизнеспособность мышей. Скрещены две желтые особи. Какое расщепление по окраске шерсти ожидается в F1?

7.9. Сцепленное наследование

Методические рекомендации

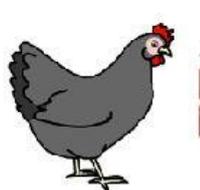
Все хромосомы делятся на два вида:

- *аутосомы* – одинаковые для обоих полов;
- *гоносомы* – половые хромосомы, определяющие пол.

Организм развивается в соответствии с полом (мужским или женским), который несёт половая хромосома (обычно пара). Различать организмы по половому признаку можно только в случае полового размножения – оогамии.

С точки зрения генетики выделяют два типа пола:

- *гомогаметный* – содержит одинаковые хромосомы;
- *гетерогаметный* – содержит разные хромосомы.

	ГОМОГАМЕТНЫЙ ПОЛ	ГЕТЕРОГАМЕТНЫЙ ПОЛ
ЧЕЛОВЕК	♀  XX 	♂  XY 
ПТИЦА	♂  ZZ 	♀  ZW 

Пол, формирующий гаметы, одинаковые по половым хромосомам, называют гомогаметным, а неодинаковые – гетерогаметным.

Рис.18. Гомогаметный и гетерогаметный пол

У людей и других млекопитающих гомогаметный пол – женский, гетерогаметный – мужской. Женские хромосомы условно обозначают XX, мужские – XY. У птиц наоборот: женский пол – гетерогаметный (обозначается ZW), а мужской – гомогаметный (ZZ). Некоторые животные имеют несколько пар хромосом, определяющих пол.

Генотип человека по половому признаку выглядит следующим образом:

- мужчина – 22 пары аутосом и XY;
- женщина – 22 пары аутосом и XX.

Аутосомы содержат различные признаки, которые могут наследоваться сцеплено (группами) или по отдельности. Ребёнку достаётся 50 % генов от мамы и 50 % – от папы. Последняя, 23 пара хромосом определяет пол и может содержать признаки, сцепленные с полом.

Механизм наследования

При оплодотворении пол определяет X-хромосома. Если данная хромосома достаётся от отца, то рождается девочка, если от матери – мальчик. Y-хромосома несёт только пол и не сцеплена с каким-либо признаком. С X-хромосомой наследуется около 60 генов, отвечающих не только за признаки, но и различные заболевания.

В частности X-хромосома может нести:

- гемофилию – заболевание, связанное с нарушением свёртываемости (коагуляции) крови;
- дальтонизм – нарушение восприятия цветов (болеющий человек часто путает красный и зелёный цвета);
- потемнение эмали зубов;
- мышечную дистрофию.

Рассмотрим наследование признаков, сцепленных с полом, на примере гемофилии:

- в X-хромосоме может находиться доминантный ген (H), отвечающий за нормальную свёртываемость крови, или рецессивный (h), отвечающий за гемофилию;

- если женщина гетерозиготна ($X^H X^h$), но гемофилия у неё не проявляется, но она является носителем болезни, т.к. содержит рецессивный ген;

- мужчина, несущий только одну X-хромосому, может содержать только один из вариантов генов – H или h, поэтому даже при наличии рецессивного гена мужчина заболевает гемофилией (ген свёртываемости отсутствует).

Если мать гетерозиготна, а отец болен гемофилией, то шансы родиться больными у девочек и мальчиков уравниваются (вероятность 50 %). Передача наследственного признака от гетерозиготной матери и больного отца выглядит следующим образом:

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

F1: $X^H X^h$ (здоровая дочь) $X^h X^h$ (больная дочь)

$X^H Y$ (здоровый сын) $X^h Y$ (больной сын)

Если женщина гомозиготна, то дети родятся здоровыми, даже если отец болен гемофилией:

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

F1 $X^H X^h$ $2X^H Y$

Решение задач:

1. Дальтонизм - заболевание, сцепленное с полом, и наследуется по рецессивному типу. Этот ген сцеплен с X хромосомой. Дочь дальтоника вышла замуж за сына дальтоника. Оба различают цвета нормально. Укажите генотипы этой супружеской пары и генотипы сыновей в F1.

Дано:

X^D – различают цвета

X^d - дальтонизм

P ♀ $X^D X^d$
 ♂ $X^D Y$

F1-?

Решение:

P $X^D X^D$ x $X^d Y$
 G X^D $X^d Y$
 F2 $X^D X^d$ $X^D Y$

P $X^D X^D$ x $X^d Y$
 G X^D $X^d Y$
 F2 $X^D X^d$ $X^D Y$

P $X^D X^d$ x $X^D Y$
 G $X^D X^d$ $X^D Y$
 F1 $X^D X^D$ $X^D Y$ $X^D X^d$ $X^d Y$

Ответ: P $X^D X^d$ x $X^D Y$
 F1 $X^D Y, X^d Y$

2. У человека курчавые волосы доминируют над гладкими, гетерозиготы имеют волнистые волосы. Признак наличия веснушек доминирует над их отсутствием. Гемофилия определяется рецессивным геном, сцепленным с X хромосомой. Гетерозиготная по всем признакам женщина вступает в брак со здоровым мужчиной с гладкими волосами, без веснушек. Определите соотношение детей с прямыми и волнистыми волосами.

Дано:

A – курчавые волосы

a – гладкие волосы

B – веснушки

b – нет веснушек

X^G – отсутствие гемофилии

X^g – гемофилия

P ♀ AaBb $X^G X^g$

♂ aabb $X^G Y$

F2-?

Решение:

P AaBb $X^G X^g$ x aabb $X^G Y$

G ABX^G AbX^G ABX^g AbX^g aBX^G abX^G aBX^g abX^g abY

F2

♀♂	ABX ^G	
abX ^G	AaBbX ^G X ^g	
abY	AaBbX ^G Y	aabbX ^g Y

Ответ: соотношение детей с прямыми и волнистыми волосами 50% :50% или 1:1

3. В семье здоровых родителей родился сын альбинос с дальтонизмом. Альбинизм- аутосомный рецессивный признак, дальтонизм рецессивный признак, сцепленный с X- хромосомой. Какова была вероятность рождения такого ребенка среди всех возможных сыновей.

Дано:

A- отсутствие альбинизма
 a – альбинизм
 X^D - отсутствие дальтонизма
 X^d – дальтонизм
 P ♀ Aa $X^D X^d$
 ♂ Aa $X^D Y$

F1-?

Решение:

P ♀ Aa $X^D X^d$ x ♂ Aa $X^D Y$
 G A X^D A X^d a X^D a X^d A X^D AY a X^D aY
 F1

♀/♂	A X^D	A X^d	a X^D	a X^d
A X^D	AA $X^D X^D$	AA $X^D X^d$	Aa $X^D X^D$	Aa $X^D X^d$
AY	AA $X^D Y$	AA $X^d Y$	Aa $X^D Y$	Aa $X^d Y$
a X^D	Aa $X^D X^D$	Aa $X^D X^d$	aa $X^D X^D$	aa $X^D X^d$
aY	Aa $X^D Y$	Aa $X^d Y$	aa $X^D Y$	aa $X^d Y$

16 - 100%

1 - XX= 6,25% aa $X^d Y$

Ответ: вероятность 6,25%.

Задачи для самостоятельного решения

1. У человека синтез белка интерферона определяется доминантным аутосомным геном. Развитие эпилепсии (тетания) связано с доминантным геном локализованным в половой X хромосоме. Мать дигетерозиготная, отец получил доминантные гены только от матери. Какой % детей способных к синтезу интерферона страдает эпилепсией?

2. У человека синтез белка интерферона определяется доминантным аутосомным геном. Развитие эпилепсии (тетания) связано с доминантным геном локализованным в половой X хромосоме. Мать дигетерозиготная, отец получил доминантные гены только от матери. Какой % детей неспособных к синтезу интерферона страдает эпилепсией?

3. У человека синтез белка интерферона определяется доминантным аутосомным геном. Развитие эпилепсии (тетания) связано с доминантным геном локализованным в половой X хромосоме. Мать дигетерозиготная, отец

получил доминантные гены только от матери. Какой % детей способны к синтезу интерферона?

4. У человека курчавые волосы доминируют над гладкими, гетерозиготы имеют волнистые волосы. Признак наличия веснушек доминирует над их отсутствием. Гемофилия определяется рецессивным геном, сцепленным с X хромосомой. Гетерозиготная по всем признакам женщина вступает в брак со здоровым мужчиной с гладкими волосами, без веснушек. Какой % детей от этого брака будут похожи на мать по фенотипу?

5. У человека курчавые волосы доминируют над гладкими, гетерозиготы имеют волнистые волосы. Признак наличия веснушек доминирует над их отсутствием. Гемофилия определяется рецессивным геном, сцепленным с X хромосомой. Гетерозиготная по всем признакам женщина вступает в брак со здоровым мужчиной с гладкими волосами, без веснушек. Какой % детей от этого брака будут отличаться по фенотипу от родителей?

6. Ген, обуславливающий гемофилию (H-h), находится в половой хромосоме (X) человека и сцеплен с полом. Какой из ответов соответствует генотипу женщины, больной гемофилией?

7. Дальтонизм, встречающийся у людей, обусловлен рецессивным геном d, который расположен в x хромосоме. Проанализируйте приведенные генотипы родителей и определите, в какой семье дальтонизм проявится только у сыновей.

8. Дальтонизм - заболевание, сцепленное с полом, и наследуется по рецессивному типу. Этот ген сцеплен с X хромосомой. Дочь дальтоника вышла замуж за сына дальтоника. Оба различают цвета нормально. Укажите генотипы этой супружеской пары и генотипы сыновей в F1.

9. Дальтонизм передается по наследству через рецессивный ген (d). Люди, правильно различающие цвета, имеют ген (D). Оба гена (D) и (d) расположены в X хромосоме. При каком браке могут родиться девочки и мальчики с дальтонизмом?

10. У одной рыбки встречаются белые и красные особи. Произвели опыт: скрестили красную рыбку (самку) с белой рыбкой (самцом). Гибриды F1 все красные рыбки. Их скрестили друг с другом и получили F2 - самки все красные, а самцы красные и белые. Как объяснить этот результат?

11. Темноволосая здоровая по составу крови женщина, гетерозиготная по двум признакам, вступила в брак с гетерозиготным темноволосым здоровым по составу крови мужчиной. Какова вероятность рождения темноволосых и светловолосых сыновей гемофиликов?

12. У человека отсутствие потовых желез зависит от рецессивного сцепленного с полом гена, который находится на X-хромосоме. В семье отец и сын имеют эту аномалию, а мать здорова. Какова вероятность (%), что сын унаследовал этот признак от отца?

13. Одна из форм агаммаглобулинемии наследуется как аутосомно-рецессивный

признак, а другая - как рецессивный, сцепленный с X-хромосомой. Определите вероятность рождения больных детей в семье, где мать гетерозиготна по обеим парам генов, а отец здоров и имеет только доминантные аллели.

14. У ящерицы равномерное распределение чешуек и серая окраска тела доминирует над неравномерным распределением чешуек и зеленой окраской тела. Гены данных признаков локализованы в X хромосоме и наследуются сцеплено. Скрестили зеленую самку с равномерным распределением чешуек с дигетерозиготным самцом (один доминантный признак получен от отца, а другой от матери). Определите вероятность (%) рождения серых ящериц с равномерным распределением чешуек? (кроссинговер 8%).

15. У ящерицы равномерное распределение чешуек и серая окраска тела доминирует над неравномерным распределением чешуек и зеленой окраской тела. Гены данных признаков локализованы в X хромосоме и наследуются сцеплено. Скрестили зеленую самку с равномерным распределением чешуек с дигетерозиготным самцом (один доминантный признак получен от отца, а другой от матери). Определите вероятность (%) рождения зеленых ящериц с равномерным распределением чешуек? (кроссинговер 8%).

16. В семье здоровых родителей родился сын альбинос с дальтонизмом. Альбинизм- аутосомный рецессивный признак, дальтонизм рецессивный признак, сцепленный с X- хромосомой. Какова была вероятность рождения такого ребенка среди всех возможных сыновей.

17. При анализирующем скрещивании мух дрозофил получены следующие результаты: потомков с родительскими фенотипами оказалось 965 и 944, с рекомбинаторными фенотипами - 206 и 185. Определите частоту рекомбинации и расстояние между генами.

18. У кукурузы доминантные гены коричневой окраски и гладкой формы семян сцеплены и локализованы в одной хромосоме, рецессивные гены белой окраски и морщинистой формы - в другой гомологичной. При анализирующем скрещивании получили 4000 семян, похожих на родителей, 152 белых гладких и 149 коричневых морщинистых семян кукурузы, какие из этих семян являются результатом кроссинговера?

РАЗДЕЛ VIII. ОБЩЕБИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭКОСИСТЕМНОГО УРОВНЯ ЖИЗНИ

Методические рекомендации

Экология (от греч. ойкос - дом и логос — учение) — наука о законах взаимодействия живых организмов со средой их обитания. Основателем экологии считается немецкий биолог Э. Геккель (1834- 1919 гг.), который впервые в 1866 г. употребил термин «экология». Он писал: «Под экологией мы подразумеваем общую науку об отношении организма и окружающей среды, куда мы относим все "условия существования" в широком смысле этого слова. Они частично являются органической частично неорганической природы».

Первоначально этой наукой была биология, изучающая популяции животных и растений в среде их обитания.

Экология изучает системы уровня выше отдельного организма. Основными объектами ее изучения являются:

- популяция - группа организмов, относящихся к одному или сходным видам и занимающих определенную территорию;
- экосистема, включающая биотическое сообщество (совокупность популяций на рассматриваемой территории) и среду обитания;
- биосфера - область распространения жизни на Земле.

Экологические пирамиды — это графические модели, отражающие число особей (пирамида чисел), количество их биомассы (пирамида биомасс) или заключённой в них энергии (пирамида энергии) на каждом трофическом уровне и указывающие на понижение всех показателей с повышением трофического уровня.

Различают три типа экологических пирамид: энергии, биомассы и численности.

Пирамида энергии. Соотношение живого вещества на разных уровнях подчиняется в целом тому же правилу, что и соотношение поступающей энергии: чем выше уровень, тем ниже общая биомасса и численность составляющих её организмов.

Принцип построения экологических пирамид

- ❖ Основание пирамиды образуют продуценты (растения).
- ❖ Над ними располагаются консументы первого порядка (травоядные).
- ❖ Следующий уровень представляют консументы второго порядка (хищники).

❖ И так далее до вершины пирамиды, которую занимают наиболее крупные хищники. Высота пирамиды обычно соответствует длине пищевой цепи.

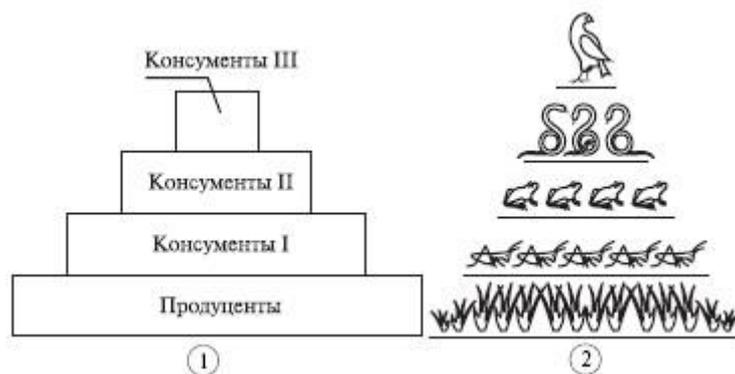


Рис.19. Экологическая пирамида

Пирамида биомасс показывает соотношение биомасс организмов разных трофических уровней, изображённых графически таким образом, что длина или площадь прямоугольника, соответствующего определённому трофическому уровню, пропорциональна его биомассе.

В любой трофической цепи не вся пища используется на рост особи, т. е. на формирование биомассы (часть её расходуется на удовлетворение энергетических затрат организмов: дыхание, движение, размножение, поддержание температуры тела и т. д.). Следовательно, в каждом последующем звене пищевой цепи происходит уменьшение биомассы.

Правило экологической пирамиды биомасс отражает закономерность, согласно которой в любой экосистеме биомасса каждого следующего звена в 10 раз меньше предыдущего.

Пирамида численности, или чисел (2) — отображение числа особей на каждом из трофических уровней данной экосистемы.

Пирамиды чисел отражают только плотность населения организмов на каждом трофическом уровне, но не скорость самовозобновления (оборота) организмов.

Порядок решения задач по анатомии:

- в первую очередь, внимательно ознакомиться с условием задачи;
- правильно записать условие задачи;
- определить неизвестное;
- иметь знания о закономерностях экологических систем;
- знание точных числовых показателей;
- знание процессов, происходящих в популяциях;
- правильно строить пирамиду и применять ее для решения задач;
- уметь применять элементарные математические формулы

Решение задач:

1. Рыба весит 100гр, лиса - 5кг, 70% составляет вода. Если лиса съест 10 рыб за 1 неделю, на сколько кг сухой массы станет больше.

Дано:

m (рыбы)=100 г
 m (лисы)= 5 кг
 H_2O – 70%
 N (рыбы)= 10 шт
 m (сухой массы)- ?

Решение:

1. Вычислим из 100 г 70 % воды:
 $100 - 100\%$
 $x - 70\% \quad x=70$ г воды,
 значит 30 г сухого остатка
 2. Т.к. лиса съела 10 рыб,
 значит: $30 \cdot 10=300$ г.

Ответ: m сухого остатка 300 г=0,3 кг

2. В пищевой цепи есть выдра (хищное животное), рыба, ракообразные и водоросли. Биомасса консументов 3-его порядка 32 кг. Определите общую биомассу пищи, которую употребили все компоненты в пищевой цепи.

Дано:

Пищевая цепь: водоросли – ракообразные – рыбы - выдра
 m консументов 3 порядка = 32 кг
 m (пищи) всех компонентов-?

Решение:

По экологической пирамиде:

32000 кг 3200 кг 320 кг 32 кг
 водоросли – ракообразные – рыбы - выдра
 $32000 + 3200 + 320 + 32 = 35552$ кг

Ответ: общая биомасса пищи = 35552 кг.

3. Средняя масса толстолобика составляет 2,2 кг, из которых 64% приходится на воду. Сколько кг толстолобика можно получить из водоема площадью 8,5 га?(1 кв. м водоема дает сухой биомассы 1000 г).

Дано:

m (толстолобика) = 2,2 кг
 $H_2O = 64\%$
 $S = 8,5$ га
 m (толстолобика с $s=8,5$ га) = ?

Решение:

Определим сухой вес толстолобика:

$2,2$ кг - 100%
 x кг - 36% $x = 2,2 \cdot 36 : 100 = 0,792$ кг

Определяем продуктивность водоема по первичной биомассе с 1 га:

1 кв. м - 1000 г
 $10\ 000$ кв. м - x кг $x = 10\ 000$ кг.

Продуктивность первичной биомассы с 8,5 га:

$10\ 000 \cdot 8,5 = 85\ 000$ кг.

Цепь питания: водоросли - толстолобик

$7,92$ кг - $0,792$ кг

$85\ 000$ кг - x кг

$$x = 85\,000 \cdot 0,792 : 7,92 = 8\,500 \text{ кг}$$

Ответ: 8 500 кг.

4. В пищевой цепи (растения→заяц→лисица) биомасса растений – 100 т. Определите численность популяции лисиц, если масса тела одной лисицы – 10 кг.

Дано:

Пищевая цепь (растения→заяц→лисица)

m (растений) = 100 т

m (1 лисицы) = 10 кг

n (лисиц) -?

Решение:

1) 1 т = 1000 кг, значит 100 т = 100000 кг

растения (100000 кг) → заяц (10000) → лиса (1000)

2) 1 лиса – 10 кг

$X - 1000 \text{ кг}$ $x = 100 \text{ лисиц}$

Ответ: n (лисиц) = 100.

5. На основании правила экологической пирамиды определите, сколько нужно планктона, чтобы в море выросла одна особь тюлени массой 300 кг, если цепь питания имеет вид: фитопланктон, нехищные рыбы, хищные рыбы, тюлень.

Дано:

Пищевая цепь (фитопланктон, нехищные рыбы, хищные рыбы, тюлень)

m (тюленя) = 300 кг

m (планктона) -?

Решение:

Тюлень – 300 кг

Хищные рыбы – 3000 кг

Нехищные рыбы – 30000 кг

Фитопланктон – 300000 кг = 300 т

Ответ: m (планктона) = 300 т.

6. Какое количество чаек может прокормиться на акватории моря, на которой в течение года образуется 2000 кг сухой массы фитопланктона? Масса чайки составляет 1 кг (доля сухого вещества – 40%). Трофическая цепь имеет вид: фитопланктон→рыба→чайка.

Дано:

Пищевая цепь: фитопланктон→рыба→чайка

m (фитопланктона) = 2000 кг

m (чайки) = 1 кг

n (чаек) -?

Решение:

1) 1 чайка = 1 кг = 40% сухого вещества

1 кг – 100 %

X - 40 % $x = 0,4$ кг (сухого вещества)

2) Чайка – 0,4 кг

Рыба - 4 кг

Фитопланктон – 40 кг

3) Общая масса планктона 2000 кг, значит n (чаек) = $2000 / 40 = 50$

чаек

Ответ: n (чаек) = 50.

Задачи для самостоятельного решения

1. Трое детенышей тюленей в общем весят 45 кг. Сколько кг рыбы должен съесть каждый детеныш, чтоб каждый из них весил 50 кг.

2. Трое детенышей тюленей в общем весят 45 кг. Сколько кг рыбы должны съесть 2 детеныша, чтоб каждый из них весил 50 кг.

3. Трое детенышей тюленей в общем весят 45 кг. Сколько кг рыбы должны съесть все детеныши, чтоб каждый из них весил 50 кг.

4. Человек весит 70кг(60% вода) в пищевой цепи планктон - мелкие рыбы - человек. Чтоб образовать сухую массу сколько кг рыб(а) на какой территории(m^2)(б) должны съесть планктонов (планктоны в $1m^2 = 0,7кг$)?

5. Человек весит 70кг (20% вода) в пищевой цепи планктон - мелкие рыбы - человек. Чтоб образовать сухую массу сколько кг рыб(а) на какой территории(m^2)(б) должны съесть планктонов (планктоны в $1m^2 = 1,4кг$)?

6. Человек весит 80кг (40% вода) в пищевой цепи планктон - мелкие рыбы - человек. Чтоб образовать сухую массу сколько кг рыб(а) на какой территории(m^2)(б) должны съесть планктонов (планктоны в $1m^2 = 0,6кг$)?

7. Рыба весит 200гр, лиса - 5кг, 70% составляет вода. Если лиса съест 10 рыб за 1 неделю, на сколько кг сухой массы станет больше.

8. Рыба весит 100гр, лиса - 5кг, 70% составляет вода. Если лиса съест 10 рыб за 1 неделю, на сколько кг сухой массы станет больше.

9. Рыба весит 100гр, лиса - 5кг, 70% составляет вода. Если лиса съест 20 рыб за 1 неделю, на сколько кг сухой массы станет больше.

10. В пищевой цепи есть выдра (хищное животное), рыба, ракообразные и водоросли. Биомасса консументов 3-его порядка 32 кг. Определите общую биомассу пищи, которую употребили все компоненты в пищевой цепи.

11. В пищевой цепи есть выдра (хищное животное), рыба, ракообразные и водоросли. Биомасса консументов 3-его порядка 44 кг. Определите общую биомассу пищи, которую употребили все компоненты в пищевой цепи.

12. В пищевой цепи биомасса растения (продуцент 1-го порядка) – 70000 кг, биомасса коршуна – увеличилась на 7 кг. Консументом какого порядка считается коршун? О: 4-го порядка

13. Экологическая пирамида состоит из растений, саранчи, ящериц и ястребов. Прирост биомассы консумента II уровня на 150кг. Определите общую биомассу (кг) продуцент и консумент I уровня.

14. Экологическая пирамида состоит из растений, саранчи, ящериц и ястребов. Прирост биомассы консумента II уровня на 150кг. Определите общую биомассу (кг) продуцент и консумент II уровня.

15. Экологическая пирамида состоит из растений, саранчи, ящериц и ястребов. Прирост биомассы консумента II уровня на 150кг. Определите общую биомассу (кг) продуцент и консумент III уровня.

16. Экологическая пирамида состоит из растений, саранчи, ящериц и ястребов. Прирост биомассы консумента II уровня на 150кг. Определите общую биомассу (кг) консументов I и II уровня.

17. Общая масса тела самки и самца птицы составляет 260г. Масса тела самца на 20 г. Больше, чем масса тела самки. Сколько граммов насекомых должен употребить самец, чтобы его вес достиг 155 граммов?

18. Общая масса тела самки и самца птицы составляет 260г. Масса тела самца на 20 г. Больше, чем масса тела самки. Сколько граммов насекомых должна употребить самка, чтобы его вес достиг 137 граммов?

19. Общая масса тела самки и самца птицы составляет 260г. Масса тела самца на 20 г. Больше, чем масса тела самки. Сколько граммов насекомых должен употребить самец, чтобы его вес достиг 152 граммов?

20. Экологическая пирамида состоит из растений, кроликов и ястребов. Прирост биомассы ястребов на 720 кг меньше, чем масса съеденных ястребами кроликов. Определите прирост биомассы (кг) ястребов.

21. Экологическая пирамида состоит из растений, кроликов и ястребов. Прирост биомассы ястребов на 540 кг меньше, чем масса съеденных ястребами кроликов. Определите прирост биомассы (кг) ястребов.

22. Экологическая пирамида состоит из растений, кроликов и ястребов. Прирост биомассы ястребов на 360 кг меньше, чем масса съеденных ястребами кроликов. Определите прирост биомассы (кг) ястребов.

23. Пищевая цепь состоит из водорослей и бактерий, водных беспозвоночных, планктоноядных рыб и дельфинов. Сколько килограмм водорослей и бактерий необходимо для образования 3 кг массы дельфина, если он питается в основном хищными рыбами?

24. Если предположить, что волчонок с месячного возраста, имея массу 1 кг, питался исключительно зайцами (средняя масса 2 кг), то подсчитайте, какое количество зайцев съел волк для достижения им массы в 60кг и какое количество растений (в кг) съели эти зайцы.

25. 1м²площади дает 800 гр. сухой биомассы за год. Построить цепь питания (4 трофических уровня) и определить, сколько гектаров необходимо, чтобы прокормить человека массой 70 кг (из них 63% составляет вода).

26. На основании правила экологической пирамиды определите, сколько необходимо планктона (водорослей и бактерий), чтобы в Черном море вырос и мог обитать один дельфин массой 300 кг. (дельфин в цепи четвертый)

27. Вычислить возможность существования в озере Лох-Несс плезиозавра, причем не одного, а целой семьи, так как для сохранения вида необходима репродукция. Общая масса семьи плезиозавров-100 тонн (5-7 особей, 40% сухое вещество). Общая площадь озера Лох-Несс- (57000 км²). Цепь питания: фитопланктон – рыбы – семья плезиозавров. Вычислите, какая площадь акватории озера необходима, чтоб прокормить этих животных, когда известно, что биомасса фитопланктона – 500г/м² сухой массы.

28. Ваша школа собрала за год 15 тонн макулатуры. Сколько деревьев сохранили школьники, если из 1 дерева получают 60 кг бумаги? Сколько тетрадей могли изготовить, если из 1 т макулатуры получают 25 000 тетрадей? Сколько воды и электроэнергии можно сэкономить, если 1 т макулатуры экономит 200 м³ воды и 1000 кВт/ч электроэнергии.

29. В солнечный день 1 га леса поглощает около 240 кг углекислого газа и выделяет около 200 кг кислорода. За год 1 га леса поглощает около 50 кг пыли, выделяя ценные для человека вещества фитонциды, способные убивать болезнетворные микробы. В сутки 1 га леса дает 3 кг фитонцидов, а 30 кг фитонцидов достаточно для уничтожения вредных микроорганизмов в большом городе. В сутки 1 человек при обычных условиях поглощает в среднем 600 г кислорода и выдыхает 750 г углекислого газа. Посчитайте для леса площадью 10, 20, 40, 50 га количество поглощаемого углекислого газа, выделяемого кислорода и фитонцидов за сутки, месяц, год. На сколько людей хватит выделяемого этим лесом кислорода?

30. В одном из районов саванн популяция львов состоит из 40 особей. Основной пищей им являются косули. Популяция косуль способна за год восстановить свою численность на 25%. Один лев в среднем в год убивает до 100 косуль, что составляет 4% годового прироста их популяции. Чему будет равна численность популяции косуль через год при условии, что на данную территорию вселятся ещё 10 львов?

31. На основании правила экологической пирамиды определите, сколько нужно зерна, чтобы в лесу вырос один филин массой 3,5 кг, если цепь питания имеет вид: зерно злаков →мышь →полевка →хорек →филин.

32. В луговом сообществе обитают: гусеница, жаворонок, люцерна, коршун. Составьте пищевую цепь и назовите консумента второго порядка.

33. Определите массу компонентов цепи питания, если известно, что масса консумента третьего порядка составляет 8 кг.

Таблица 6

Компоненты цепи питания	Общая масса
Фитопланктон	
Мелкие ракообразные	
Рыбы	
Выдра	8 кг
Общая биомасса	

34. Биомасса травы (продуценты 1-го порядка) – 700000 кг, биомасса ястребов – 7 кг. Определите, консументами какого порядка являются ястребы.

35. Биомасса консументов 2-го и 4-го порядка равна 1010 кг. Найдите биомассу 1-го порядка.

36. Используя правило экологической пирамиды, определите площадь (m^2) соответствующего биогеоценоза, на которой может прокормиться волк массой 55 кг (цепь питания: травянистые растения→парнокопытные→волк).

37. Вес каждого из двух новорожденных детенышей летучей мыши составляет 1г. За месяц выкармливания детенышей молоком вес каждого из них достигает 4,5 г. Какую массу насекомых должна потребить самка за это время, чтобы выкормить свое потомство. Чему равна масса растений, сохраняющаяся за счет истребления самкой растительноядных насекомых?

ГЛОССАРИЙ

Автотрофные организмы — организмы, способные синтезировать органические вещества из неорганических. «выделяются две группы: фотосинтетики, содержащие хлорофилл и синтезирующие органические вещества из углекислого газа и воды за счет солнечной энергии, и хемосинтетики— синтезирующие вещества из минеральных соединений за счет энергии некоторых химических реакций (ряд бактерий).

Аденин — пуриновое основание, наряду с гуанином входящее в состав ДНК,РНК,АТФ некоторых ферментов. Содержится во всех живых клетках.

АДФ — аденозиндифосфорная кислота.

Аденозинтрифосфат (АТФ) — основной энергетический ресурс живой клетки. В состав его входят аденин, рибоза и три остатка фосфорной кислоты, соединенные макроэргическими связями. Синтез АТФ из АДФ (аденозиндифосфата) с присоединением третьей фосфатной группировки сопряжен с процессами окисления органических веществ (гликолизом, окислительным фосфорилированием в митохондриях, фотосинтетическим фосфорилированием в хлоропластах).

АМФ — аденозинмонофосфорная кислота

Аллельные гены (от греч. *Allélon* — взаимно) — это гены, занимающие одинаковые локусы в гомологичных хромосомах и отвечающие за развитие альтернативных признаков. Аллельные гены, или аллели, представляют собой разные формы одного и того же гена. Обычно аллельных генов два: один — ген «дикого типа», доминантный и второй — его мутантная форма, рецессивный.

Альвеолы (от лат. *Alveolus* — ячейка, лунка) — 1) пузырьки на концах тончайших разветвлений бронхов, обвитые сетью капилляров, благодаря чему совершается газообмен между легкими и кровью; 2) ячейки в челюстях млекопитающих, в которых помещаются корни зубов.

Аминокислоты — органические соединения, объединяющие свойства кислот и аминов, т.е. Содержащие карбоксильную группу (-COOH) и аминогруппу NH₂).

Анаболизм (от греч. *Anabolé* — подъем) — одна из двух составляющих обмена веществ в организме, совокупность процессов синтеза сложных химических веществ из более простых, которые требуют больших энергетических затрат.

Анализирующее скрещивание - скрещивание особи, генотип которой необходимо определить, с формой чисто рецессивной по изучаемым аллелям. Такое скрещивание дает возможность в первом поколении гибридов определять гаметы анализируемой формы.

Анаэробы (от *an* — отрицание, *aér* — воздух, *bíos* — жизнь) — организмы, способные нормально жить и развиваться в бескислородной среде. В основном анаэробами являются прокариоты (бактерии), а среди эукариотов — дрожжи, простейшие, ряд червей-паразитов (аскарида, лентецы).

Анафаза — одна из фаз деления — мейоза или митоза. Анафаза мейоза стадия 1 деления созревания первичных сперматоцитов и овоцитов, вследствие чего спаренные гомологичные хромосомы, отделяясь друг от друга, расходятся к противоположным полюсам.

Ассимиляция (лат. *Assimilatio*; от *assimilare* — уподоблять) в биологии — одна из сторон обмена веществ, процесс усвоения организмом питательных веществ, необходимых для жизнедеятельности.

АТФ — аденозинтрифосфорная кислота. Содержится в каждой клетке животных и растений.

Аутосомы (от греч. *Autós* — сам, *sóma* — тело) — все хромосомы в клетках раздельнополых животных, растений и грибов, за исключением половых хромосом. В диплоидном наборе клеток человека содержится 22 пары аутосом и 1 пара половых хромосом.

Аэробы (от греч. *Αἴρ* — воздух и *βίος* — жизнь) — организмы, для роста и размножения которых необходимо наличие свободного кислорода.

Беккросс (от англ. *Back* — назад, *cross* — скрещивать) — возвратное скрещивание гибрида с родительской формой.

Белки — важнейший химический компонент живой клетки; биополимеры, состоящие из последовательно соединенных пептидными связями (—CO—NH—) аминокислотных остатков.

Биогеоценоз (от греч. *Bís* — жизнь и *gḗ* — земля, *koinos* — общий) — однородный участок поверхности с определенным составом организмов (биоценоз) и окружающей их абиотической средой, характеризующийся относительно самостоятельным обменом веществ и типом использования потока солнечной энергии, сравнительно длительно самоподдерживающаяся однородная природная среда. Наука о биогеоценозах называется биогеоценологией.

Биомасса - выраженное в единицах массы или энергии тех или иных организмов, приходящихся на единицу площади или объема.

Биосинтез (от греч. *Bíos* — жизнь и *synthesis* — соединение) - процесс образования необходимых организму веществ, протекающий в его клетках с участием биокатализаторов — ферментов. В процессе биосинтеза из исходных веществ образуются более сложные соединения — белки, полисахариды и т.д.

Биосфера (от греч. *Bíos* — жизнь и *spháira* — шар) — оболочка земли, состав, структура и энергетика которой определяются совокупной деятельностью живых организмов.

Бластомер (от греч. *Blastós* — росток и *méros* — часть, доля) — общее название эмбриональных клеток, возникающих вследствие дробления яйца путем митотического деления и характеризующихся отсутствием роста.

Бластула (от греч. *Blastós* — росток) — фаза зародышевого развития многоклеточных животных, которая завершает первичное деление яйца на бластомеры.

Вакуоль (от лат. *Vacuus* — пустой) — полость в цитоплазме животных и растительных клеток, ограниченные мембраной и заполненные жидкостью.

Вегетативное размножение (от лат. *Vegetativus* — растительный) — образование новой особи из части растений, один из способов бесполого размножения {частью стебля, корня, листа, луковичками, клубнями, корневищами и др.).

Вена (от лат. *Vena* — жила) — кровеносные сосуды, несущие кровь из органов и тканей к сердцу.

Гамета (от греч. *Gameté* — жена, *gamétes* — муж) — половая клетка, репродуктивная клетка животных и растений, с гаплоидным набором хромосом (при их слиянии образуется двойной — диплоидный набор хромосом).

Гаплоид (от греч. *Haplóos* — одиночный, простой и *eidos* — вид) — организм, имеющий в клетках гаметический (одинарный) набор хромосом.

Гастрюляция (от греч. *Gastér* — желудок) — период зародышевого развития многоклеточных животных, который следует за дроблением (стадия бластулы).

Ген (от греч. *Génesis* — происхождение) — основная единица наследственной информации; фрагмент молекулы ДНК, в котором закодирована информация о структуре специфического белка (в некоторых случаях — РНК).

Генотип (от греч. *Génos* — род и *týpos* — отпечаток, образ) — совокупность всех генов, имеющихся в наборе хромосом клетки или организма.

Гетерозиготный (от греч. *Héteros* — иной, другой и *zygotós* — соединенный вместе) — генотип, в котором представлены два разных аллельных гена: доминантный и рецессивный.

Гликолиз — анаэробный процесс ферментативного расщепления углеводов (главным образом глюкозы). У аэробных организмов гликолиз является стадией превращения углеводов, которая протекает в гиалоплазме и предшествует дыханию.

Гомозиготность (от греч. *Homós* — равный, одинаковый и *zygotós* — соединенный вместе) — присутствие в генотипе двух одинаковых аллелей одного и того же гена (АА, аа).

Гомология — сходство в строении органов различных видов животных и растений, обусловленное тем, что они происходят из одинаковых зачатков (гомологичные органы).

Гормоны (от греч. *Hormáo* — привожу в движение) — биологически активные вещества, вырабатываемые железами внутренней секреции или скоплениями специализированных клеток, выполняющие функцию регуляторов деятельности других клеток и органов.

Гуанин — одно из двух пуриновых оснований, входящие наравне с аденином в состав нуклеиновых кислот.

Дальтонизм — наследственная аномалия (неспособность различать цвета), обусловленная рецессивной мутацией гена (d), локализованного в X-хромосоме.

Диплоид (от греч. *Diplóos* — двойной и *eidos* — вид) — организм, набор хромосом которого состоит из пар гомологичных хромосом.

Диссимиляция (от лат. *Dis* — отрицат. Частица, *assimilatio* — употребление) — одна из двух составляющих процесса метаболизма, наряду с ассимиляцией.

ДНК — дезоксирибонуклеиновая кислота. Содержится в ядре клетки, а также в небольших количествах в митохондриях и хлоропластах. Состоит из двух спирально закрученных, одна вокруг другой, цепей.

Доминант (от лат. *Dominantis* — господствующий) — вид, численно преобладающий в биоценозе.

Законы менделя — закономерности наследования признаков, открытые чешским ученым Г. Менделем в опытах с гибридами гороха посевного.

Зигота (от греч. *Zygotós* — соединенный вместе) — оплодотворенная яйцеклетка: диплоидная или полиплоидная клетка, образующаяся в результате слияния женской и мужской гамет.

Изменчивость — свойство живых организмов существовать в различных формах (вариантах). Изменчивость может быть наследственная (генотипическая), которая обусловлена возникновением новых генотипов и приводит, как правило, к изменению фенотипа.

Интерфаза (от лат. *Inter* и греч. *Phásis* — появление) — функционально активная и значительно более продолжительная по сравнению с последующим митозом часть клеточного цикла.

Камбий (от лат. *Cambium* — обмен, смена) — слой клеток между древесиной и лубом в стеблях и корнях растений. Выполняет образовательную функцию, откладывая внутрь от себя клетки вторичной ксилемы, а наружу — вторичной флоэмы.

Капилляры (от лат. *Capillaris* — волосной) — тончайшие сосуды, которые замыкают кровеносную систему, соединяя между собой артерии и вены.

Катаболизм (от греч. *Katabolé* — разрушение) — одна из составляющих обмена веществ в живых клетках, наряду с анаболизмом. Катаболизм состоит из совокупности ферментативных реакций расщепления сложных органических соединений (белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов и пр.), сопровождающихся освобождением большого количества энергии.

Комплементарность (от лат. *Complementum* — дополнение) — 1) пространственная взаимодополняемость молекул, приводящая к образованию вторичной и третичной структуры макромолекул.

Консумент (от лат. *Consumo* — потребляю) — гетеротрофный организм, использующий для питания готовое органическое вещество, вырабатываемое хемосинтезирующими и фотосинтезирующими организмами (продуцентами).

Конъюгация (от лат. *Conjugatio* — соединение) — 1) половой процесс у бактерий, который контролируется специфической плазмидой, так называемым фактором фертильности (F-фактор).

Кроссинговер (англ. *Crossing-over* — перекрест хромосом) — процесс обмена гомологичных хромосом участками во время их конъюгации в профазе I мейоза.

Лейкоциты (от греч. *Leukós* — белый и *kytós* — пузырек) — бесцветные клетки крови животных и человека, принимающие активное участие в воспалительных реакциях организма.

Летальные гены — гены, вызывающие гибель их носителей. Чаще всего летальный эффект имеют доминантные мутации генов, сильно нарушающие развитие особей и в гомозиготном состоянии приводящие к их смерти.

Лизосома (от греч. *Lýsis* — растворение и *sóma* — тело) — органоид в клетках животных и грибов, представляющий собой пузырек, ограниченный однослойной мембраной и содержащий набор из более чем 20-ти гидролитических ферментов (активный сок).

Мейоз (от греч. *Méiosis* — уменьшение) — способ деления половых клеток растений и животных, в ходе которого осуществляется редукция числа хромосом вдвое

Микроспора (от греч. *Micrós* — маленький и *sporá* — спора) — гаплоидная клетка, продукт мейотического деления микроспороцита у разноспоровых папоротников, плаунов и семенных растений.

Митоз (от греч. *Mitos* — нить) — основной способ деления эукариотических клеток, сопровождающийся сложной реконструкцией ядерного аппарата.

Митохондрия (от греч. *Mitos* — нить и *chondrion* — зерно) — органоид эукариотических клеток, место синтеза основного количества энергии в форме АТФ. Митохондрии представляют собой ограниченные двойной мембраной округлые тела разного размера.

Мутация (от лат. *Mutatio* — изменение) — резкое, скачкообразное изменение признака. Оно обусловлено изменениями структуры ДНК (генные мутации), хромосом (хромосомные мутации) или генома (геномные мутации). Термин «мутация» был введен Г. Де Фризом, автором первой мутационной теории (1901 г.).

Наследственность (англ. *Heredity*) — присущая всем живым организмам способность передавать информацию о развитии своему потомству и тем самым обеспечивать преемственность и непрерывность существования жизни.

Овуляция (от лат. *Ovulum* — яичко) — фаза полового цикла млекопитающих и человека. В ней зрелые яйцеклетки переходят из яичников в полость тела в результате разрыва фолликулов (граафовых пузырьков).

Онтогенез (от греч. *Óntos* — сущее и *génesis* — происхождение, развитие) — индивидуальное развитие особи от зарождения до смерти.

Оплодотворение — процесс слияния женской и мужской половых клеток, характерный для всех организмов, размножающихся половым способом.

Органоиды (от греч. *Órganon* — орган и *éidos* — вид) — постоянно присутствующие в клетке структуры, выполняющие определенные жизненно важные функции.

Пептиды — органические соединения, молекулы которых состоят из остатков аминокислот, соединенных в цепь пептидной связью. Как правило, на одном конце пептида находится аминогруппа NH_2 , на другом — карбоксильная группа $-\text{COOH}$.

Пластиды (от греч. *Plátides* — создающие, образующие) — органоиды растительных клеток, места синтеза и запасания органических веществ.

Плевра — серозная оболочка, выстилающая часть общей полости тела наземных позвоночных, с которой заключены легкие, и переходящая на легкие. Плеврой также обозначают боковую часть груди ряда беспозвоночных животных.

Плейотропия (от греч. *Pléion* — более многочисленный и *trópos* — поворот, направление) — множественное действие гена, влияние его на развитие нескольких признаков. Плейотропным эффектом обладают гены, контролирующие синтез ферментов с широким действием, участвующих в нескольких биохимических процессах.

Продуценты (от лат. *Producentis* — производящий, создающий) — автотрофные организмы, фотосинтезирующие или хемосинтезирующие органические вещества из неорганических. Основными продуцентами в водной и наземной системах являются зеленые растения.

Популяция (от лат. *Populus* — народ, население) — группа особей одного вида, населяющая определенную территорию. Основными характеристиками популяции являются: численность, размер ареала, генофонд и генотипическая структура.

Размножение — важнейшее свойство живых организмов, обеспечивающее воспроизводство и увеличение количества особей данной популяции или вида.

Редуценты (от лат. *Reducere* — возвращать, отодвигать назад) — организмы, главным образом бактерии и грибы, осуществляющие деструкцию органических веществ до более простых неорганических соединений.

Рекомбинация (от лат. *Re* — приставка, означающая повтор действия, и *combinatio* — соединение) — передача от родителей к потомству новых комбинаций родительских генов. Она осуществляется в процессе полового размножения в ходе мейоза и оплодотворения.

Рестриктазы — обширный класс ферментов, способных осуществлять разрывы в одиночных или двойных цепях молекулы ДНК с образованием фрагментов (рестриктов).

Рефлекс (от лат. *Reflexus* — повернутый назад, отраженный) — ответная реакция организма на воздействие внешних или внутренних раздражителей, осуществление которой контролируется центральной нервной системой (ЦНС).

Рецепторы (от лат. *Receptor* — принимающий) — специальные чувствительные образования на концах нервных волокон или в составе сенсорных органов, воспринимающие и преобразующие в нервные импульсы раздражения, поступающие из внешней или внутренней среды.

Рецессивность (от лат. *Recessus* — отступление, удаление) — отсутствие фенотипического проявления у одного из двух аллельных генов в гетерозиготном генотипе.

Рибосома — органоиды клеток в виде сферических гранул, прикрепленных к внутриклеточным биологическим мембранам или свободно лежащих в цитоплазме, состоят из РНК и белков, осуществляют биосинтез белка.

РНК — рибонуклеиновая кислота, высокомолекулярное органическое соединение, образована нуклеотидами, в которые входят азотистые основания (аденин, гуанин, цитозин, урацил) и углеводный компонент рибоза (в днк вместо урацила входит тимин, а вместо рибозы — дезоксирибоза).

Систола (от греч. *Systolé* — сжимание, сокращение) — стадия сердечного цикла, во время которой происходит сжимание полостей сердца и выбрасывание крови в артериальную систему (60—70 мл за одну систолу, 7200 л за сутки).

Сперматогенез (от греч. *Spérma* — семя и *génesis* — происхождение) — процесс развития сперматозоидов — мужских половых клеток животных, человека и многих растений (у высших растений этот процесс обычно называют спермиогенезом).

Телофаза (от греч. *Télos* — конец) — завершающая стадия деления клетки (митоза или мейоза), на которой хромосомы достигают полюсов. Затем вокруг них формируется ядерная оболочка и идет реконструкция структуры интерфазных ядер.

Транскрипция (от лат. *Transcriptio* — переписывание) — перенос генетической информации с ДНК на молекулу ирнк. Механизм транскрипции — матричный синтез на основе принципа комплементарности, с заменой в РНК тимина на урацил.

Трансляция (от лат. *Translatio* — передача) — синтез белка по матрице информационной РНК в соответствии с ее генетическим кодом.

Транспирация (от лат. *Trans* — через и *spiro* — дышу) — физиологический процесс испарения воды растением, благодаря которому осуществляется регулирование водного баланса и температурного режима растения.

Триплет — последовательность из трех азотистых оснований в молекуле ДНК или РНК, определяющая включение в молекулу белка в процессе ее синтеза определенной аминокислоты.

Трофические цепи (цепи питания) — взаимоотношения между организмами при переносе энергии пищи от ее источника — зеленого растения через ряд организмов, происходящие путем поедания одних организмов другими из более высоких трофических уровней.

Трофическая сеть — сплетение пищевых цепей в сложном природном сообществе.

Фагоцитоз (от греч. *Phágos* — пожиратель и *kýtos* —местилище) — один из вариантов эндоцитоза — поглощение клеткой твердых частиц и микроорганизмов. Явление описано И.И. Мечниковым в 1883 г.

Фенотип (от греч. *Pháino* — являю, обнаруживаю и *typus* — тип) — совокупность всех внешних и внутренних признаков и свойств организма, которые формируются за период онтогенеза на основе взаимодействия генотипа и внешней среды. Термин "фенотип" введен датским генетиком В. Иогансенем в 1903 г.

Фенилкетонурия — наследственная болезнь, обусловленная рецессивной мутацией, блокирующей обмен фенилаланина на одной из стадий его превращений.

Ферменты, энзимы (от лат. *Fermentum* — брожение, закваска) — биологически активные вещества белковой природы, катализирующие все процессы обмена веществ в клетке.

Физиология (природа, природные свойства и логос — учение) — медико-биологическая наука о жизнедеятельности целостного организма, отдельных систем, органов, тканей, клеток и регуляции физиологических реакций.

Фитопланктон — совокупность растений, обитающих в толще воды, совместно с зоопланктоном (совокупность животных толщи воды).

Флора (в римской мифологии флора — богиня цветов и весны) — исторически сложившаяся совокупность видов растений, обитающих или обитавших в прошлом.

Фотосинтез — превращение зелеными растениями и фотосинтезирующими микроорганизмами лучистой энергии солнца в энергию химических связей органических веществ.

Хлоропласты (от греч. *Chlorós* — зеленоватый и *plastós* — вылепленный) — специализированные органоиды растительной клетки, зеленые пластиды, в которых осуществляется фотосинтез.

Хроматида (от греч. *Chróma* — цвет, краска и *éidos* — вид) — копия хромосомы, формирующаяся в предмитотической и предмейотической интерфазе в результате удвоения ДНК.

Хроматин (от греч. *Chróma* — цвет, краска) — интенсивно окрашивающиеся основными красителями структуры интерфазного ядра, представленные участками деконденсированных хромосом, сохранившими состояние плотной спирализации, и ядрышками. Термин введен В. Флеммингом в 1880 г.

Хромопласт (от греч. *Chróma* — цвет, краска и *plastós* — вылепленный, оформленный) — растительные пластиды с красной, желтой и оранжевой окраской.

Хромосома (от греч. *Chróma* — цвет, краска и *sóma* — тело) — основная структура ядра эукариотической клетки, материальный носитель

наследственной информации. Основу хромосомы составляет комплекс ДНК с белками (гистонами, протаминами и кислыми белками).

Центриоль (от лат. *Centrum* — центр) — органоид животной клетки, входящий вместе с центросферой в состав клеточного центра или центросомы. В клетке обычно имеются две парные centrioles, которые лежат под углом 90°, образуя диплосому.

Центромера (от лат. *Centrum* — центр и греч. *Méros* — часть, доля) — первичная перетяжка на теле хромосомы, разделяющая ее на два плеча. В области центромеры располагается кинетохор, к которому прикрепляются нити веретена деления.

Цитоплазма (от гр. *Kýtos* — клетка и *plásma* — вылепленное, оформленное) — внутреннее содержимое клетки, исключая ядро. Состоит из матрикса или гиалоплазмы и внутриклеточных структур: органоидов и включений.

Чистые линии — группа особей, полученная в результате длительного инбридинга с максимально однородной последовательностью.

Эволюция (от лат. *Evolutio* — развертывание) — процесс исторического развития живой природы. Первичные эволюционные процессы осуществляются на уровне популяции в результате действия факторов ее генетической динамики (мутаций, отбора, дрейфа генов, миграций, изоляции) и приводят к изменению её генотипической структуры, к обновлению генофонда, к становлению новых адаптивных механизмов.

Экологическая ниша — место, занимаемое популяцией вида в биоценозе.

Экологическая пирамида (пирамида элтона) — графические модели (как правило, в виде треугольников), отражающие число особей (пирамида чисел), количество их биомассы (пирамида биомассы) или заключенных в них энергий (пирамида энергий) на каждом трофическом (пищевом) уровне и указывающие на закономерное понижение всех показателей с повышением трофического уровня (продуценты, консументы 1 порядка, консументы 2 порядка и т. Д.).

Эпистаз (от греч. *Epistasis* — остановка, препятствие) — один из типов взаимодействия неаллельных генов, при котором один ген подавляет действие другого.

Эритроциты (от греч. *Erythrós* — красный и *kýtos* — клетка) — красные кровяные клетки позвоночных и иглокожих, содержащие пигмент гемоглобин — переносчик кислорода от легких к тканям.

Эукариоты (от греч. *Éu* — хорошо, полностью и *káryon* — ядро) — организмы, клетки которых содержат оформленное ядро. К эукариотам относятся высшие животные и растения, грибы, водоросли и простейшие.

Ядро (*nucleus*) — обязательная часть эукариотической клетки, отделенная от цитоплазмы двойной мембраной.

Яйцеклетка — женская половая клетка, которая после оплодотворения или путем партеногенеза дает начало новому организму. Обычно яйцеклетка имеет гаплоидный набор хромосом.

Список использованной литературы:

1. Арбузова, Е. Н. Конструирование учебно-познавательных задач для разных типологических групп учащихся: дис ... канд. пед. наук / Е. Н. Арбузова. - Омск, 1998. — 150 с.
2. Башурова Т.И. Сказочные задачи по генетике. Журнал Биология: 1 сентября. 2012. № 8. С.18-21.
3. Биология. Руководство к лабораторным занятиям. Учебное пособие. Под ред. О.Б. Гигани. ГЭОТАР-Медиа. 2012. 272 с. Бекиш О.-Я.Л., Бекиш Вл.Я. Практикум по биологии. Учебное пособие для студентов высших учебных учреждений по специальности «фармация». – Витебск: ВГМУ, 2004. - 134 с..
4. Ващенко Т.Г., Русанов И.А., Голева Г.Г. и др. Учебное пособие для студентов обучающихся по направлению 110200 «Агрономия». - Воронеж: Изд-во ФГОУ ВПО ВГАУ имени К.Д. Глинки, 2009. - 120 с.
5. Глазер В.М., Ким А.И., Орлова Н.Н., Удина И.Г., Алтухов Ю.П. Задачи по современной генетике. Учебное пособие. М.: Университет. Книжный дом, 2005.
6. Гончаров О.В. Генетика. Задачи. Генетика. Саратов: Лицей, 2005. - 352 с. - (Серия «Биология»). - ISBN 5-8053-0312-4.
7. Задачи по биологии: Задачник / сост. Т.Г. Рысьева, С.В. Дедюхин, Ю.А. Тюлькин. – 2-е изд., перераб. и доп. / Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2010. 157с.
8. Максимова Н.П. и др. Сборник задач по генетике. Учебное издание. — Минск: Белорусский государственный университет, 2008. - 167 с.
9. Максимова Н.П. Молекулярная генетика. Сборник задач и тестов. Учебное пособие / Максимова Н.П. Минск.: БГУ, 2003.
10. Овчинников С.А. Сборник задач и упражнений по общей биологии. Учебное пособие. - Донецк: Третье тысячелетие, 2002. - 128 с. - ISBN 966-8000-06-4. Островская Р.М., Чемерилова В.И. (ред.) Генетика: Сборник задач. Иркутск: Изд-во Иркут.ун-та, 2005. – 152 с.
11. Смирнова Н.З., Бережная О.В. Познавательные задачи по биологии и экологии. Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2015. - 168 с. - ISBN 978-5-85981-814-3.
12. Смирнова Н.З., Бережная О.В. Познавательные задачи по биологии. Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2013. - 178 с. - ISBN 978-5-85981-662-0.
13. Shaxmurova G.A., Azimov I.T., Rahmatov U.E. Biologiyadan masala va mashqlar yechish (botanika). O‘quv-uslubiy qo‘llanma. –Т.: Jahon Print, 2016. 5 б.т.
14. Shaxmurova G.A., Azimov I.T., Rahmatov U.E. Biologiyadan masala va mashqlar yechish (zoologiya). O‘quv-uslubiy qo‘llanma. –Т.: Brok Class Servis, 2016. 8,25 б.т.

15. Shaxmurova G.A., Azimov I.T., Raxmatov U.E., Axmadaliyeva B. Biologiyadan masala va mashqlar yechish (odam va uning salomatligi). O'quv-uslubiy qollanma. –T.: Adabiyot uchqunlari, 2017. 9,75 b.t.

16. Shaxmurova G.A., Azimov I.T., Raxmatov U.E., Raxmanov J.A., Azimov B.I. Biologiyadan masala va mashqlar yechish (sitologiya va genetika asoslari). O'quv-uslubiy qollanma. - T.: Adabiyot uchqunlari, 2018. 10,5 b.t.

17. Sharov Anatolii S., Mansson, Daniel H., Marko Frantisek, Bachratd Katarina, Daniskova Zuzana, Zeleiova Jaroslava Gajdosikova & Janis Vladimir. (2016) Young Adults' Trait Affection Given and Received as Functions of Hofstede's Dimensions of Cultures and National Origin, Journal of Intercultural Communication Research, 45:5, 404—418, DOI: 10.1080/17475759.2016.1213181.

18. Tara Rodden Rjbinson Fssistant Professor (Reseach), Oregon State University “Genetics For Dummies” Coyright 2005 by Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, Indiana.

Информационные ресурсы:

1. www.tdpu.uz
2. www.pedagog.uz
3. www.Ziyonet.uz
4. tdpu-INTRANET.Ped
5. www.allbooks.ru
6. www.phnet.ru
7. [naturalsciences. Ru](http://naturalsciences.Ru)
8. <http://www.ege.edu.ru/>
9. <http://www.fipi.ru>

Шахмурова Г.А., Саитжанова У.Ш.

СБОРНИК ЗАДАЧ

по предмету

«Решение заданий и задач по биологии»

Формат 60x84 1/16. Ризография. Гарнитура «Times New Roman».

Усл.-печ. Л.8,75. Тираж 100. Заказ № 23.

Цена договорная.

Отпечатано в типографии «Фундаментальная библиотека Академии
наук РУз»

100170, г.Ташкент, ул. Зиёдилар, 13.

Издательство «Navro'z».

