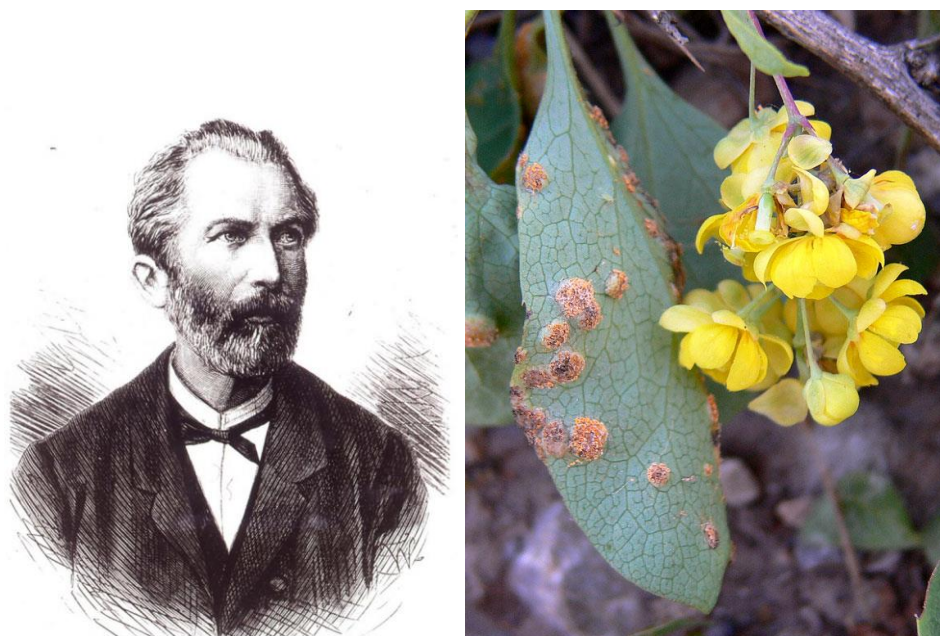


Ломоносов-2016/2017. Биология

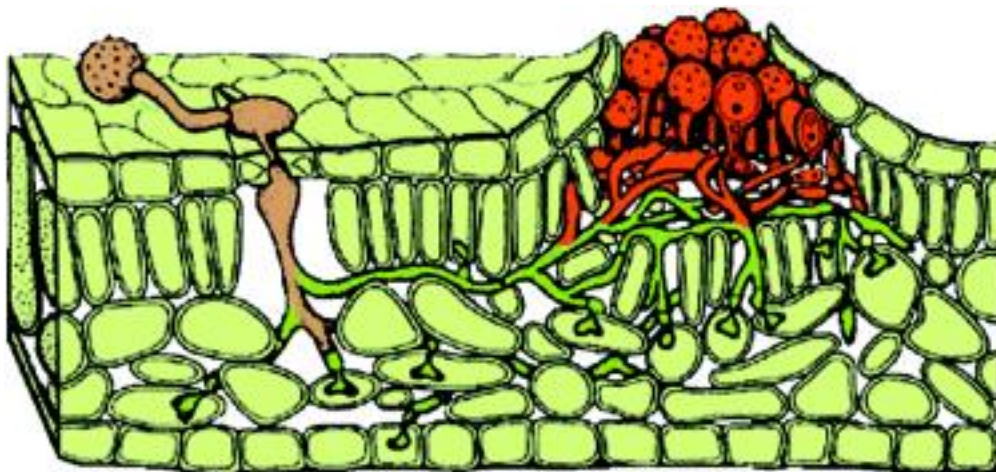
Подходы к решению задания II отборочного тура

Тестовая часть

Разминочное задание состоит из одного вопроса, за правильное решение которого вы можете получить 1 балл. После отправки разминочного задания вам становится доступным основное задание. Основное задание открывается в любом случае: как если вы отправили правильный, так и если вы отправили неправильный ответ. Разминочное задание выбирается случайным образом из базы данных. Пример разминочного задания.



Немецкий учёный Антон де Бари изучал грибные заболевания растений. Он собрал споры ржавчинного гриба с нижней стороны листа барбариса, и нанес их на здоровые листья барбариса, но заражения при этом не произошло. Тогда он поместил те же самые споры с барбариса на листья пшеницы. Пшеница при этом заразилась и дала новые споры ржавчинного гриба. Де Бари наблюдал при этом примерно такую микроскопическую картину:



Однако споры, образовавшиеся на листе пшеницы, также не были способны заражать барбарис. Ими удалось заразить только следующее растение пшеницы.

Исходя из результатов проведенных экспериментов, оцените следующее утверждение:

На барбарисе может развиваться только первичный мицелий ржавчинного гриба, а вторичный мицелий развивается на пшенице. Этим объясняются результаты заражения.

Заглянув в справочную литературу, можно выяснить, что на барбарисе сначала развивается первичный мицелий (с одноядерными гаплоидными клетками), затем на верхней стороне листа возникают пикнидии, в которых происходит слияние мицелия с пикноспорами и образование двуядерного вторичного мицелия. Только после этого происходит образование спороношений на нижней стороне (эции). Таким образом, вторичный мицелий на барбарисе образуется, высказывание принципиально неверное.

Первые 19 вопросов представляют собой тест с выбором одного правильного решения из 4 возможных. За каждый правильный ответ вы получаете 1 балл. Вопросы для каждого из участников подбираются индивидуально – случайным образом из общей базы данных. Поскольку база данных достаточно обширна, опубликовать все варианты правильных ответов мы не можем. Поэтому правильные ответы на те вопросы, на которые вы отвечали, будут доступны только вам лично, но только после прохождения всех туров отборочного этапа олимпиады «Ломоносов» – не ранее середины января 2017 г.

Суммарно за вопрос разминки и вопросы тестов можно получить до 20 баллов.

Ботаника

При решении задания необходимо показать навык пользования справочными материалами в форме ключа. Для начала нужно выбрать одну из фотографий, которые появятся в конце. Все фотографии подобраны случайным образом, ваше задание индивидуально. За каждый правильно определенный образец вы получаете по 4 балла, суммарный балл за это задание не превышает 12 баллов.

Допустим, что из базы данных вы получили следующую фотографию.



Это растение – *Исмене* или *Гименокаллис* (*Ismene festalis*) из семейства Амариллисовых. Знать название растения для успешного прохождения теста не обязательно.

Мы предполагаем, что в случае необходимости вы можете отыскать значение незнакомых терминов по справочной литературе и/или в Интернете.

Само задание дано в виде серии высказываний, из которых нужно выбирать правильные и переходить к следующим далее высказываниям. Правильный ход определения выделен синим шрифтом.

Определительный ключ

1. Цветок зигоморфный.....	2
+ Цветок актиноморфный.....	10
2. Околоцветник простой.....	3
+ Околоцветник двойной.....	4
3. Листочков околоцветника 3, расположены в один круг.....	<u>Буква шифра А</u>
+ Листочков околоцветника 6, расположены в два круга.....	<u>Буква шифра Б</u>
4(2). Лепестков 5 или больше.....	5
+ Лепестков менее 5.....	6
5. Лепестки почти полностью сростаются друг с другом, цветки собраны в соцветия корзинки.....	<u>Буква шифра В</u>
+ Два из 5 лепестков почти полностью сростаются, цветки собраны в колосовидные соцветия.....	<u>Буква шифра Г</u>
6(4). Тычинок больше чем лепестков.....	7
+ Число тычинок равно или меньше, чем число лепестков.....	8
7. Тычинок 6, гинецей на гинофоре.....	<u>Буква шифра Д</u>
+ Тычинок 8, гинецей без гинофора.....	<u>Буква шифра Е</u>
8. Венчик спайнолепестный.....	<u>Буква шифра Ж</u>
+ Венчик раздельнолепестный.....	9
9. Тычинок 2.....	<u>Буква шифра З</u>
+ Тычинок 3.....	<u>Буква шифра И</u>
10(1). Околоцветник простой.....	11
+ Околоцветник двойной.....	19
11. Листочков околоцветника 6.....	12
+ Листочков околоцветника менее 6.....	16
12. Число тычинок значительно больше числа листочков околоцветника.....	<u>Буква шифра К</u>
+ Число тычинок равно числу листочков околоцветника.....	13
13. Тычинки свободные.....	14
+ Тычинки сростаются, образуя тычиночную трубку.....	15
14. Гинецей по высоте примерно равен тычинкам, рыльце не расширено...	<u>Буква шифра Л</u>
+ Гинецей значительно превышает тычинки, рыльце грибовидно расширено.....	<u>Буква шифра М</u>
15(13). Листочки околоцветника широкояйцевидные, тычиночные нити полностью сростаются.....	<u>Буква шифра Н</u>
+ Листочки околоцветника линейные, тычиночные нити сростаются в нижней трети.....	<u>Буква шифра О</u>
16. Цветок однополый.....	17
+ Цветок обоеполый.....	18
17. Цветок мужской, тычинки полностью сростаются, образуя синангий.....	<u>Буква шифра П</u>
+ Цветок женский, завязь выставлена на гинофоре.....	<u>Буква шифра Р</u>
18(16). Стилодиев 3.....	<u>Буква шифра С</u>
+ Столбик единственный, стилодиев нет.....	<u>Буква шифра Т</u>
19(10). Тычинок меньше 12.....	20
+ Тычинок больше 12.....	27

20. Тычинок больше лепестков.....	21
+ Число тычинок равно числу лепестков.....	23
21. Венчик спайнолепестный, пыльники с роговидными выростами.....	<u>Буква шифра У</u>
+ Венчик раздельнолепестный, пыльники без выростов.....	22
22. Гинецей из 2 плодолистиков.....	<u>Буква шифра Ф</u>
+ Гинецей из 3 плодолистиков.....	<u>Буква шифра Х</u>
23(20). Околоцветник четырехчленный.....	24
+ Околоцветник пятичленный.....	25
24. Венчик спайнолепестный.....	<u>Буква шифра Ц</u>
+ Венчик раздельнолепестный.....	<u>Буква шифра Ч</u>
25(23). Тычинки чередуются с лепестками.....	26
+ Тычинки противостоят лепесткам.....	<u>Буква шифра Ш</u>
26. Гинецей из 5 плодолистиков.....	<u>Буква шифра Щ</u>
+ Гинецей из 3 плодолистиков.....	<u>Буква шифра Э</u>
27(19). Подчашия нет.....	28
+ Подчашие есть.....	31
28. Тычиночные нити срастаются в единую структуру (тычиночную трубку).....	<u>Буква шифра Ю</u>
+ Тычинки свободные или расположены группами.....	29
29. Гинецей апокарпный.....	<u>Буква шифра Я</u>
+ Гинецей ценокарпный.....	30
30. Стилодиев 3.....	<u>Буква шифра Ы</u>
+ Стилодиев 5.....	<u>Буква шифра Ь</u>
31(27). Листочки подчашия длиннее чашелистиков.....	<u>Буква шифра И</u>
+ Листочки подчашия короче чашелистиков или равны им по длине.....	32
32. Подчашие состоит из 3 свободных листочков.....	<u>Буква шифра Ё</u>
+ Подчашие состоит из 5 или более листочков.....	<u>Буква шифра Ъ</u>

Мы пришли к букве шифра О, которая и является правильным ответом к данной фотографии. Её нужно впечатать в поле ответа, находящееся под фотографией. Еще раз убедитесь, что вы используете русскую раскладку клавиатуры.

Печатать цифры в поле ответа запрещается! Ответ не будет засчитан!

Зоология (ключ)

Это задание очень похоже на задание по ботанике. Оно индивидуально. Из общей базы данных для вас случайно подобраны 3 фотографии насекомых. Ответ представляет собой одну из букв, набранную в русской раскладке клавиатуры. За каждый правильно определенный образец вы получаете по 4 балла, суммарный балл за это задание не превышает 12 баллов.

Допустим, что из базы данных вы получили следующую фотографию.



Это – один из видов **Блох** (*Xenopsilla chelopsis*). Для выполнения задания знать название насекомого не обязательно. Далее синим цветом выделен правильный ход определения данного насекомого. Правильный ответ – буква шифра Ж.

Определительный ключ

1. Тело состоит из трёх отделов: головы, груди и брюшка. Усики имеются.

Ног три пары3

+ Тело состоит из двух отделов: головогруды и брюшка, или полностью слито. Усики отсутствуют. Ног четыре пары.....2

2. Все части тела слиты, ротовой аппарат в виде хоботка (гнатосомы)Буква шифра А.

+ Тело состоит из головогруды и брюшка, брюшко не подразделяется на передне- и заднебрюшие. Первая пара ходильных ног преобразована в вытянутые жгутовидные осязательные

придатки.....Буква шифра Б.

3(1). Водные насекомые (личинки).....4

+ Сухопутные насекомые (имаго).....5

4. Нижняя губа очень большая, преобразована в хватательный аппарат. Наружные жабры в виде трех листовидных придатков на последнем сегменте брюшка.....Буква шифра В.

+ Нижняя губа иного строения. Кончик брюшка с тремя хвостовыми нитями.....Буква шифра Г.

5(3). Ротовой аппарат в виде членистого хоботка. Хоботок складывается, но не скручивается6

+ Ротовой аппарат другого типа (а если в форме хоботка – то хоботок не членистый, скручивающийся)7

6. Хоботок прищелкивается к передней части головы. Крылья в покое лежат более-менее плоско.....Буква шифра Д.

+ Хоботок прищелкивается к задней части головы. Крылья в покое складываются крышеобразно.....Буква шифра Е.

7(5). Крылья всегда отсутствуют.....8

+ Крылья есть.....9

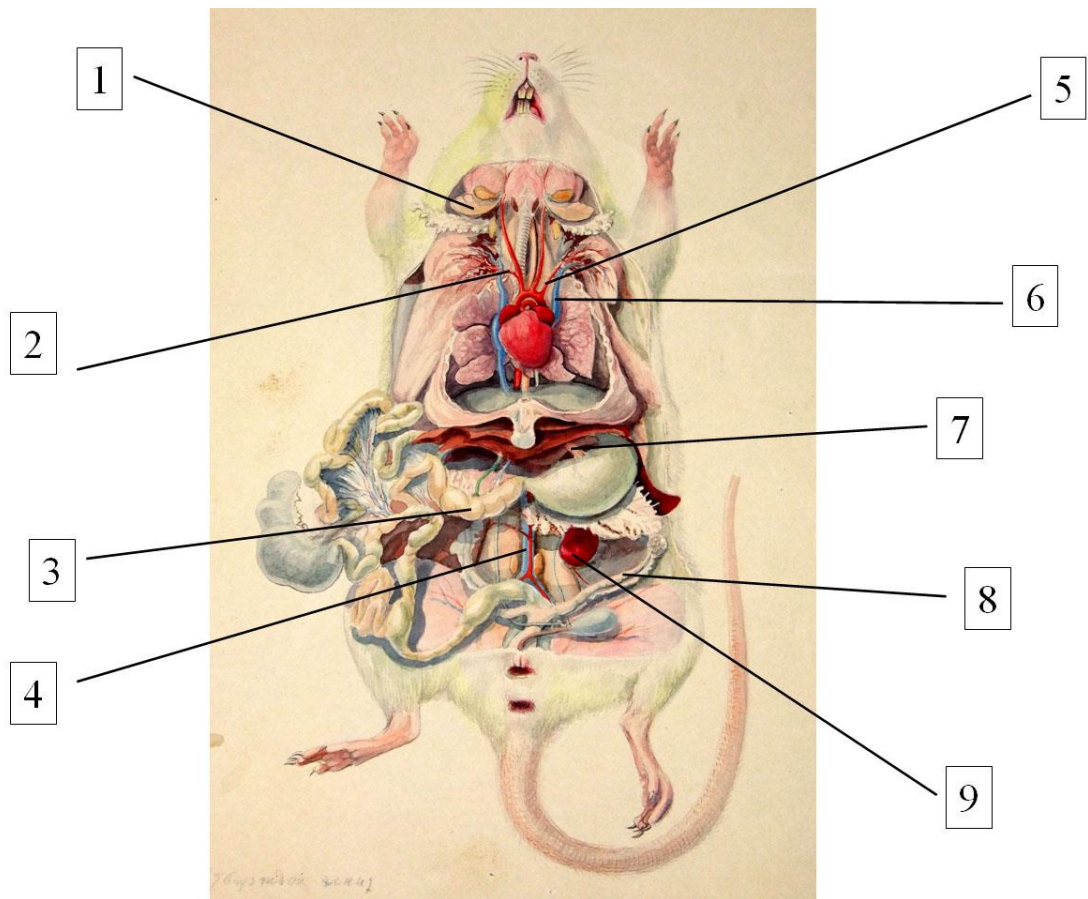
8. Тело сильно сжато с боков. Фасеточных глаз нет. Ротовой аппарат сосущего типаБуква шифра Ж.

- + Тело плоское. Ротовой аппарат колющего типа. Лапки с одним мощным коготком **Буква шифра З.**
- 9(7). Крыльев одна пара **Буква шифра И.**
- + Крыльев две пары.....10
10. Передняя пара крыльев плотная, кожистая, без жилок (преобразована в надкрылья)..... **Буква шифра К.**
- + Обе пары крыльев мембранозные.....11
11. Тело и крылья покрыты волосками и чешуйками (смотреть внимательно!)12
- + Крылья без волосков и чешуек, даже если тело покрыто волосками14
12. Жилкование крыльев сетчатое (ячеек более 50). Передние и задние пары крыльев почти одинаковые..... **Буква шифра Л.**
- + Жилкование крыльев не сетчатое, но с замкнутыми ячейками. Передние крылья отличаются по форме и окраске от задних.....13
13. Крылья покрыты чешуйками, а по краям – волосками. Тело густо и равномерно покрыто волосками и чешуйками. Ротовой аппарат в виде скручивающегося хоботка. Нижнегубные щупики сильно развиты **Буква шифра М.**
- + Тело и крылья покрыты группами волосков, есть не покрытые волосками участки. Ротовые части слабо развиты, но есть членистые максиллярные и нижнегубные щупики **Буква шифра Н.**
- 14(11). Жилкование крыльев сетчатое (ячеек более 50). Передние и задние пары крыльев почти равные..... **Буква шифра О.**
- + Жилкование крыльев не сетчатое, но с замкнутыми ячейками (замкнутых ячеек не более 10). Передние крылья больше задних.....15
- 15(13). Брюшко сидячее, не сужено у основания..... **Буква шифра П.**
- + Брюшко сильно сужено у основания, между ним и грудью имеется резкий перехват (стебелёк)..... **Буква шифра Р.**

Зоология позвоночных

Максимальный балл за задание – 9 баллов.

Перед Вами рисунок, иллюстрирующий внутреннее строение крысы. Рассмотрите его и сопоставьте цифровым обозначениям на рисунке соответствующие названия органов.

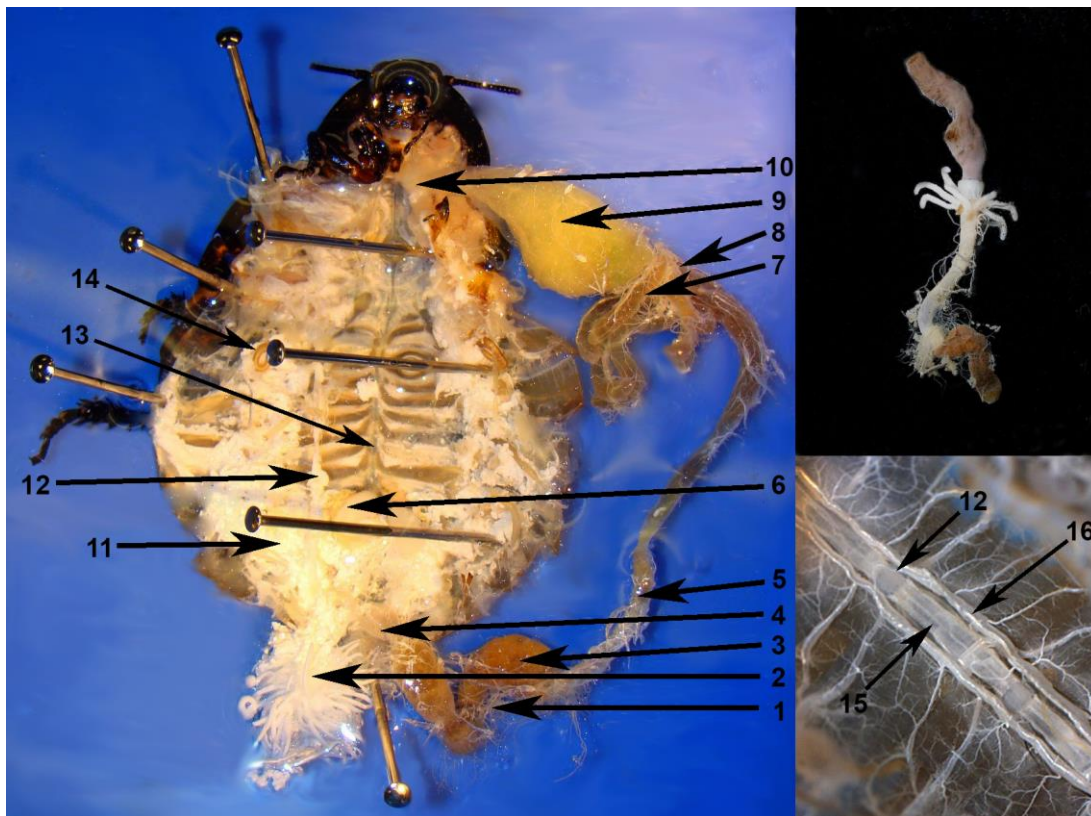


Правильные ответы:

- 1 – Слюнные железы
- 2 – Правая подключичная артерия
- 3 – Двенадцатиперстная кишка
- 4 – Задняя полая вена
- 5 – Левая подключичная артерия
- 6 – Левая передняя полая вена
- 7 – Пищевод
- 8 – Яйцевод
- 9 – Почка

Зоология беспозвоночных

Максимальный балл за задание – 8 баллов.



Изучите фотографию препарата и сопоставьте его с дополнительными изображениями животных этого вида. Установите соответствие между цифровыми и буквенными обозначениями на фотографии препарата и названиями частей тела животного.

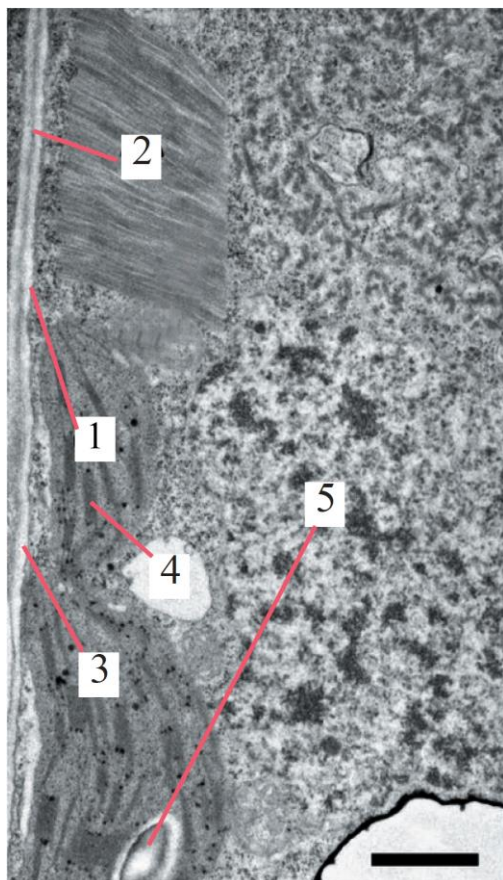
На фото изображено насекомое – Таракан (*Blattus*).

Правильные ответы:

- 1 – мальпигиевы сосуды
- 2 – придаточные железы половой системы
- 3 – задняя кишка
- 4 – прямая кишка
- 5 – средняя кишка
- 6 – семенник
- 7 – пилорические отростки
- 8 – жевательный желудок
- 9 – зоб
- 10 – пищевод
- 11 – жировое тело
- 12 – ганглий брюшной нервной цепочки
- 13 – сердце
- 14 – орган, производящий звук
- 15 – брюшная нервная цепочка
- 16 – трахейный ствол

Цитология

Максимальный балл за задание – 6,5 балла.



На фотографиях А и Б представлены одна и та же структура в разные моменты времени, фотография А сделана раньше, чем Б.

Выберите из списка термины, соответствующие цифрам 1, 2, 3 и 4 на предложенных микрофотографиях.

Правильные ответы:

- 1 – Плазмалемма (наружная мембрана клетки)
- 2 – Срединная пластинка
- 3 – Клеточная стенка
- 4 – Грана
- 5 – Крахмальное зерно

Еще раз рассмотрите фотографии А и Б.

Какие из предложенный утверждений являются верными?

Правильные ответы:

- Структура 2 состоит из α - и β -тубулина. – **неверно**
- Структура 1 выполняет опорную функцию в клетке. – **неверно**
- Структура 3 состоит из целлюлозы, белков, ксилоглюканов и пектиновых веществ. – **верно**
- Структура 4 способна к выделению кислорода. – **верно**
- Перенос электронов на ферредоксин происходит на структуре 5. – **неверно**
- Структура 3 обладает ионообменными свойствами. – **верно**
- В клеточном цикле структура 2 формируется раньше, чем структура 3. – **верно**
- Структура 2 по большей части состоит из пектинов и ксилоглюканов. – **верно**

Структура 3 бывает первичной и вторичной, первичная формируется в ходе образования фрагмопласта. – **верно**

Физиология животных – эксперимент

Это задание индивидуально. Из базы данных для вас подбирается 6 случайных высказываний, которые нужно распределить по трём группам.
Максимальный балл за задание – 6 баллов.



Проведем мысленно операцию на подопытном животном. Так как наша операция воображаемая, то «возьмем» в эксперимент, например, собаку.

Выполним следующую операцию. От желудка отделим небольшой участок, сохранив при этом связь со стенкой «большого» желудка, и от этого малого желудка (его называют малым или Павловским по имени И.П.Павлова) выведем фистулу наружу. Место разреза, естественно, зашьем. Пищевод оставим нетронутым. После восстановления после операции животное сможет питаться самостоятельно.

А через фистулу мы сможем получать чистый пригодный для анализа желудочный сок, поскольку пища не попадает в малый желудок.

Теперь представим себе, что провели 3 опыта.

Опыт №1. Собаке дали миску с овсяной кашей на воде, которую животное могло есть.

Опыт №2. Собаке дали миску с мясом, которое животное могло есть.

Опыт №3. Пищу не давали, но перед собакой стояла закрытая миска с мясом, и она чувствовала запах пищи.

Далее соберём желудочный сок, проанализируем его количественно и качественно. Для этого сок обычно собирают в мерную пробирку, а затем добавляют небольшую порцию той пищи, которую давали собакам (частицы пищи могут перевариваться с разной скоростью, или совсем не переварятся – в зависимости от химического состава желудочного сока и пищи).

Какие результаты можно получить, используя описанную методику работы (не применяя дополнительные методы)?

Примеры возможных результатов и их оценки:

1. Кусочки мясного фарша полностью растворятся в желудочном соке, собранном во втором и третьем опыте, а овсяная каша - в желудочном соке, собранном в первом эксперименте.

Выберите один ответ:

а. правильно, получается в большинстве случаев при проведении опытов

b. в принципе верно, но получается иногда, не во всех случаях при проведении опытов
c. в принципе не верно, и не может получиться в ходе поставленных опытов

2. Овсяная каша растворится в желудочном соке только в том случае, если она была предварительно смочена слюной собаки.

Выберите один ответ:

- a. правильно, получается в большинстве случаев при проведении опытов
- b. в принципе верно, но получается иногда, не во всех случаях при проведении опытов
- c. в принципе не верно, и не может получиться в ходе поставленных опытов**

3. Кусочки мясного фарша полностью растворятся в желудочном соке, причём наиболее быстро - в собранном во втором опыте.

Выберите один ответ:

- a. правильно, получается в большинстве случаев при проведении опытов**
- b. в принципе верно, но получается иногда, не во всех случаях при проведении опытов
- c. в принципе не верно, и не может получиться в ходе поставленных опытов

Оцените каждое из предложенных объяснений результатов опытов, описанных в задании.

Примеры возможных объяснений и их оценки:

1. Желудочный сок выделяется от запаха пищи благодаря условному рефлексу.

Выберите один ответ:

- a. Не верно, не следует из результатов поставленных опытов
- b. В принципе верно, но не следует из результатов поставленных опытов
- c. Верно, прямо следует из результатов поставленных опытов**

2. В желудочном соке присутствует липаза, которая способна расщеплять жиры, но только в слабокислой среде, и если жиры давать в форме эмульсии.

- a. Не верно, не следует из результатов поставленных опытов
- b. В принципе верно, но не следует из результатов поставленных опытов**
- c. Верно, прямо следует из результатов поставленных опытов

3. В желудочном соке есть три типа ферментов: 1) расщепляющие белки; 2) расщепляющие липиды; 3) расщепляющие углеводы.

- a. Не верно, не следует из результатов поставленных опытов**
- b. В принципе верно, но не следует из результатов поставленных опытов
- c. Верно, прямо следует из результатов поставленных опытов

Генетика

Творческое задание предполагает написание эссе (решения) в текстовом виде, которое проверяет эксперт. Максимальный суммарный балл за это задание – 26,5 балла.

Задача

После того, как Грегор Мендель провёл свои выдающиеся опыты по скрещиванию сортов гороха, он занялся другими растениями. По просьбе своего друга-ботаника Карла фон Негели Мендель начал скрещивать ястребинки (род *Hieracium*, сем. Сложноцветные, Compositae). Работать было очень сложно: цветки ястребинок гораздо меньше, чем у гороха, плотно расположены в соцветии-корзинке. А ведь предстояло удалять в них тычинки, переносить пыльцу и затем изолировать от посещения насекомыми-опылителями! В награду за такой труд плод-боб гороха давал около 10 семян, а у ястребинок в плоде-зерновке было единственное семя. Мендель потратил титанические усилия для проведения этих опытов по скрещиванию, но результат получился обескураживающим: закономерности, открытые на горохе, совершенно не выполнялись на ястребинках! Мендель написал короткую заметку о своих опытах с ястребинками, и дал в руки оппонентов мощные аргументы против своей теории наследования признаков. Учёные на протяжении 35 лет считали, что менделевские законы наследственности верны только для гороха, а на остальных растениях они могут не выполняться.



Карл фон Негели



Грегор Мендель

Ястребинки оказались удивительным объектом, и обладали свойствами, о которых Мендель не мог и предполагать. Зародыши у этих растений часто образуются без участия ядер, заключенных в пыльце. Такое явление (образование зародышей без слияния мужского и женского ядра) впоследствии было названо **апомиксисом**. Оказалось, что апомиксис – широко распространенное явление в мире растений. Только у каких-то растений процент апомиктических зародышей очень маленький, тогда как у других – довольно большой. Образование зародыша обычным путём (после слияния ядер яйцеклетки и одного из спермиев) принято называть **амфимиксисом**.

Есть различные механизмы образования зародышей путём апомиксиса. Например, в одном из вариантов зародыш образуется из клетки нуцеллуса, которая не проходила мейоз. Таким образом, получается точная генетическая копия материнского растения.

Механизмы, приводящие к апомиксису, ещё не достаточно исследованы. Но давайте пофантазируем и создадим модель наследования механизма апомиксиса.

Пусть в некоторой популяции растений способность к апомиксису определяется рецессивным аллелем *a*. Однако растения генотипом *aa* всё же сохраняют способность к амфимиксису (иногда значительную!). Растения, несущие доминантный аллель *A*, образуют зародыши путём амфимиксиса. Кроме того, в популяции есть две цветковые формы лепестков: красная, определяемая аллелем *R*, и белая, за которую отвечает аллель *r*. Взаимодействие между аллелями – неполное доминирование. Признаки способности к апомиксису и окраски не сцеплены между собой.

Рыльца растений с розовыми лепестками опыляли пылью с белых цветков. При этом среди потомства оказалось 80% растений с розовыми лепестками, а среди растений с белыми цветками не оказалось ни одного, способного к апомиксису.

А. Предложите генотипы родительской пары:

Материнский родитель:

AA RR

AA Rr

AA rr

Aa RR

Aa Rr

Aa rr

aa RR

aa Rr

aa rr

Отцовский родитель:

AA RR

AA Rr

AA rr

Aa RR

Aa Rr

Aa rr

aa RR

aa Rr

aa rr

Приведите обоснование вашего решения:

Генотип по гену *R* легко определяется по фенотипу: *RR* – растения с красными лепестками; *Rr* – растения с розовыми лепестками и *rr* – растения с белыми лепестками. Из этого следует, что материнский родитель обладал генотипом *Rr*, а отцовский – *rr*.

При скрещивании растений с розовыми и белыми лепестками в потомстве при амфимиксисе должно получиться по 50% розовых (*Rr*) и белых (*rr*) потомков, как и должно быть при анализирующем скрещивании. Однако в условии сказано, что растений с розовыми лепестками было 80%. Это возможно только в том случае, если материнский родитель способен к апомиксису. Т.е. генотип материнского растения по гену *A* – *aa*.

Кроме того, в условии сказано, что ни одно растение с белыми лепестками не было способно к апомиксису. Это означает, что все белые растения получили хотя бы один

аллель **A**. При независимом наследовании признаков такое возможно только в том случае, когда отцовский родитель гомозиготен по аллелю **A**.

Подводя итог, можно предложить для материнского родителя генотип **aa Rr**, а для отцовского – **AA rr**.

Б. Сколько процентов апомиктических зародышей образуется у гомозигот **aa?**

Ответ дайте в процентах, округлив его до целых: **60%**.

Дайте обоснование вашего решения:

Обозначим долю апомиктических зародышей как x , тогда доля зародышей, образовавшихся нормальным (амфимиктическим) путём составит $(1 - x)$. Оценим долю апомиктических зародышей по признаку окраски.

При нормальном (амфимиктическом) образовании зародышей при генотипах **Rr** и **rr** доли белых и розовых потомков должны составить 0,5 и 0,5 соответственно (анализирующее скрещивание). Общая доля амфимиктических потомков равна $(1 - x)$. Таким образом, будет $0,5(1 - x)$ белых и $0,5(1 - x)$ розовых амфимиктических потомков. Кроме того, доля точных генетических копий материнского растения составит x розовых.

Выразим теперь общую долю белых потомков через x , и её приравняем к наблюдаемой доле – 0,2 (20%).

$$0,5(1 - x) = 0,2$$

$$1 - x = 0,4$$

$$x = 0,6$$

Можно проверить этот результат, подставив полученное значение доли апомиктических зародышей в выражение для розовых особей:

$0,5(1 - x) + x = 0,5 - 0,5x + x = 0,5 + 0,5x = 0,5 + 0,5 \cdot 0,6 = 0,5 + 0,3 = 0,8$ (доля розовых особей среди потомков).

В. Каким будет соотношение по генотипам среди потомков первого поколения от указанного скрещивания? Ответ дайте в процентах, округлив его до целых. Числа должны быть проставлены в каждом поле ответа!

AA RR : 0%

AA Rr : 0%

AA rr : 0%

Aa RR : 0%

Aa Rr : 20%

Aa rr : 20%

aa RR : 0%

aa Rr : 60%

aa rr : 0%

Приведите обоснование вашей количественной оценки генотипов потомков первого поколения:

1. Растения с генотипом **aa Rr** дадут 60% апомиктического потомства. Таким образом, в следующем поколении будет 60% растений с точно таким же генотипом: **aa Rr**

2. Остальные 40% популяции – это потомки от нормального (амфимиктического) скрещивания. Рассчитаем их долю при генотипах родителей **aa Rr** и **AA rr**.

▼ женские гаметы \ мужские гаметы ►	A r
a R	0,5 Aa Rr
a r	0,5 Aa rr

Таким образом, при нормальном (амфимиктическом) образовании зародышей доля каждого из генотипов составит $0,5 \cdot 0,4 = 0,2$ или 20%.

Ответ: 20% амфимиктических зародышей с генотипом *Aa Rr*; 20% амфимиктических зародышей с генотипом *Aa rr*; 60% апомиктических зародышей *aa Rr*.

Г. Вы решили получить потомков второго поколения от свободного опыления тех растений, которые получены в скрещиваниях. Для начала оцените долю пыльцевых зёрен с разными фенотипами, которые образуются у потомков первого поколения. Считайте, что пыльцевая продуктивность не зависит от генотипа растения. Выразите все доли в процентах, округлив до целых. **Числа должны быть проставлены в каждом поле ответа!**

AR : 5%

Ar : 15%

aR : 35%

ar : 45%

Приведите обоснование вашей количественной оценки доли пыльцы с определённым генотипом:

1. Растения с генотипом *Aa Rr* образуют в равных пропорциях пыльцевые зёрна с генотипами $\frac{1}{4}$ *AR*, $\frac{1}{4}$ *Ar*, $\frac{1}{4}$ *aR* и $\frac{1}{4}$ *ar*. Поскольку доля этих растений составляет 0,2 (20%), то они дадут вклад по 5% каждого генотипа пыльцевых зёрен.

2. Растения с генотипом *Aa rr* могут дать пыльцевые зёрна только двух генотипов: *Ar* и *ar* в равном соотношении ($\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{2}$ соответственно). Поскольку доля этих растений составляет 0,2 (20%), то доля каждого из генотипов пыльцы составит 10% от общей популяции пыльцевых зёрен.

3. Растения с генотипом *aa Rr* могут дать пыльцевые зёрна только двух генотипов: *aR* и *ar* в равном соотношении ($\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{2}$ соответственно). Поскольку доля этих растений составляет 0,6 (60%), то доля каждого из генотипов пыльцы также составит 30% от общей популяции пыльцевых зёрен.

Теперь остаётся просуммировать вклады каждого из растений по генотипам пыльцы.

AR: 5% (только от растений *Aa Rr*).

Ar: 5% (от растений *Aa Rr*) + 10%(от растений с генотипом *Aa rr*) = 15%.

aR: 5%(от растений *Aa Rr*) + 30%(от растений с генотипом *aa Rr*) = 35%.

ar: 5%(от растений *Aa Rr*) + 10%(от растений с генотипом *Aa rr*) + 30%(от растений с генотипом *aa Rr*) = 45%.

Д. Рассчитайте долю потомков каждого из генотипов во втором поколении от свободного скрещивания, считая что ни семенная, ни пыльцевая продуктивность не зависят от генотипа.

Ответ дайте в процентах с точностью до сотых долей процента. Используйте запятую в качестве разделителя рядов, иначе ответ будет признан неверным!

AA RR : 0,25%

AA Rr : 1,50%

AA rr : 2,25%

Aa RR : 2,60%

Aa Rr : 11,40%

Aa rr : 10,80%

aa RR : 5,95%

aa Rr : 53,10%

aa rr : 12,15%

Приведите количественное обоснование вашего ответа:

Нетрудно догадаться, что вероятность образования женских гамет с соответствующими генотипами равна вероятности образования пыльцевых зёрен с соответствующим генотипом. Единственное, что следует учесть – это апомиксис, который будет проявляться в 60% случаев у растений с генотипом *aa*.

Давайте сначала рассчитаем эту «поправку на апомиксис».

В первом поколении к апомиксису способны только растения с генотипами *Aa Rr* (60% популяции). Они дадут $0,6 \cdot 0,6 = 36\%$ «генетических копий» *Aa Rr* в результате апомиксиса.

Таким образом, суммарная доля апомиктических потомков среди популяции второго поколения составит 36%. Остальные 64% - это нормальные (амфимиктические) потомки.

Теперь мы можем составить таблицу, в которой отражалась бы вероятность встречи гамет с разными генотипами, учитывающая их долю в популяции.

Женские родители	Образование зародыша:	мужские гаметы ► женские гаметы ▼	0,05 <i>A R</i>	0,15 <i>A r</i>	0,35 <i>a R</i>	0,45 <i>a r</i>
0,2 <i>Aa Rr</i>	1 амфимиксис	0,25 <i>A R</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,05 = 0,0025$ <i>AA RR</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,15 = 0,0075$ <i>AA Rr</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,35 = 0,0175$ <i>Aa RR</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,45 = 0,0225$ <i>Aa Rr</i>
		0,25 <i>A r</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,05 = 0,0025$ <i>AA Rr</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,15 = 0,0075$ <i>AA rr</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,35 = 0,0175$ <i>Aa Rr</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,45 = 0,0225$ <i>Aa rr</i>
		0,25 <i>a R</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,05 = 0,0025$ <i>Aa RR</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,15 = 0,0075$ <i>Aa Rr</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,35 = 0,0175$ <i>aa RR</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,45 = 0,0225$ <i>aa Rr</i>
		0,25 <i>a r</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,05 = 0,0025$ <i>Aa Rr</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,15 = 0,0075$ <i>Aa rr</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,35 = 0,0175$ <i>aa Rr</i>	$0,2 \cdot 0,25 \cdot 0,45 = 0,0225$ <i>aa rr</i>
0,2 <i>Aa rr</i>	1 амфимиксис	0,5 <i>A r</i>	$0,2 \cdot 0,5 \cdot 0,05 = 0,005$ <i>AA Rr</i>	$0,2 \cdot 0,5 \cdot 0,15 = 0,015$ <i>AA rr</i>	$0,2 \cdot 0,5 \cdot 0,35 = 0,035$ <i>Aa Rr</i>	$0,2 \cdot 0,5 \cdot 0,45 = 0,045$ <i>Aa rr</i>
		0,5 <i>a r</i>	$0,2 \cdot 0,5 \cdot 0,05 = 0,005$ <i>Aa Rr</i>	$0,2 \cdot 0,5 \cdot 0,15 = 0,015$ <i>Aa rr</i>	$0,2 \cdot 0,5 \cdot 0,35 = 0,035$ <i>aa Rr</i>	$0,2 \cdot 0,5 \cdot 0,45 = 0,045$ <i>aa rr</i>
0,6 <i>aa Rr</i>	0,4 амфимиксис	0,5 <i>a R</i>	$0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,05 = 0,006$ <i>Aa RR</i>	$0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,15 = 0,018$ <i>Aa Rr</i>	$0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,35 = 0,042$ <i>aa RR</i>	$0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,45 = 0,054$ <i>aa Rr</i>
		0,5 <i>a r</i>	$0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,05 = 0,006$ <i>Aa Rr</i>	$0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,15 = 0,018$ <i>Aa rr</i>	$0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,35 = 0,042$ <i>aa Rr</i>	$0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,45 = 0,054$ <i>aa rr</i>
	0,6 апомиксис	апомиктические потомки <i>aa Rr</i>	0,36 <i>aa Rr</i> Не зависит от генотипа пыльцы			

Дальше останется только просуммировать полученные в таблице результаты.

AA RR: 0,0025 (0,25%)

AA Rr: $0,0025 + 0,005 + 0,0075 = 0,015$ (1,50%)

AA rr: $0,0075 + 0,015 = 0,0225$ (2,25%)

Aa RR: $0,0025 + 0,006 + 0,0175 = 0,026$ (2,60%)

$Aa Rr: 0,0025 + 0,005 + 0,006 + 0,0075 + 0,018 + 0,0175 + 0,035 + 0,0225 = 0,114$
(11,4%)

$Aa rr: 0,0075 + 0,015 + 0,018 + 0,0225 + 0,045 = 0,108$ (10,80%)

$aa RR: 0,0175 + 0,042 = 0,0595$ (5,95%)

$aa Rr: 0,36 + 0,0175 + 0,035 + 0,042 + 0,0225 + 0,054 = 0,531$ (53,10%)

$aa rr: 0,0225 + 0,045 + 0,054 = 0,1215$ (12,15%)

Обратите внимание, что после запятой всегда должно быть приведено две цифры (даже если это были нули), поскольку ответ требовался с точностью до сотых. Если вы не поставили два знака после запятой, ответ не засчитывается!

Е. Рассчитайте долю потомков каждого из фенотипов во втором поколении от свободного скрещивания.

Ответ дайте в процентах с точностью до сотых долей процента. Используйте запятую в качестве разделителя разрядов, иначе ответ будет признан неверным!

Красные, способные к апомиксису: **5,95%**

Красные, не способные к апомиксису: **2,85%**

Розовые, способные к апомиксису: **53,10%**

Розовые, не способные к апомиксису: **12,90%**

Белые, способные к апомиксису: **12,15%**

Белые, не способные к апомиксису: **13,05%**

Приведите обоснование вашего решения:

Дальше задача сводится к суммированию генотипов по соответствующим фенотипам.

Красные, способные к апомиксису: $aa RR$ (5,95%)

Красные, не способные к апомиксису: $Aa RR$ (2,60%) + $AA RR$ (0,25%) = 2,85%

Розовые, способные к апомиксису: $aa Rr$ (53,10%)

Розовые, не способные к апомиксису: $Aa Rr$ (11,40%) + $AA Rr$ (1,50%) = 12,90%

Белые, способные к апомиксису: $aa rr$ (12,15%)

Белые, не способные к апомиксису: $Aa rr$ (10,80%) + $AA rr$ (2,25%) = 13,05%

Обратите внимание, что после запятой всегда должно быть приведено две цифры (даже если это были нули), поскольку ответ требовался с точностью до сотых. Если вы не поставили два знака после запятой, ответ не засчитывается!

Е. Рассчитайте долю потомков каждого из фенотипов во втором поколении от свободного скрещивания.

Красные, способные к апомиксису: **5,95%**

Красные, не способные к апомиксису: **2,85%**

Розовые, способные к апомиксису: **53,10%**

Розовые, не способные к апомиксису: **12,90%**

Белые, способные к апомиксису: **12,15%**

Белые, не способные к апомиксису: **13,05%**

Приведите количественное обоснование вашего ответа:

Далее задача сводится к суммированию соответствующих генотипических классов. К апомиксису способны только гомозиготы aa . Соответственно, растения с генотипом $aa Rr$

(5,95%) будут с красными лепестками, ***aa Rr*** (53,10%) – с розовыми, и ***aa rr*** (12,15%) – с белыми.

Не способны к апомиксису растения с генотипами ***AA*** или ***Aa***.

Таким образом, красные, не способные к апомиксису: ***AA RR*** (0,25%) и ***Aa RR*** (2,60%); суммарно 2,85%.

Розовые, не способные к апомиксису: ***AA Rr*** (1,50%) и ***Aa Rr*** (11,40%); всего 12,90%.

Белые, не способные к апомиксису: ***AA rr*** (2,25%) и ***Aa rr*** (10,80%); всего 13,05%.

Желаем дальнейших успехов!

Методическая комиссия олимпиады «Ломоносов-2016» по
биологии.