

**ЗАДАНИЕ 10.** Дайте развернутый ответ на вопрос. Используйте для ответа специально отведенное поле.

При изучении химического состава растения в лаборатории получен гомогенат разрушенных растительных клеток. Предложите различные методы разделения (фракционирования) высокомолекулярных соединений из этого образца.

Ответ:

Для отделения нерастворимых в воде остатков гомогенат разрушенных растительных клеток можно отфильтровать. Во фракции остатков будут представлены целлюлоза и лигнин клеточных стенок.

Далее фильтрат можно подвергнуть центрифугированию — разделению на фракции по плотности при помощи центробежных сил. Центрифугирование осуществляется в специальных аппаратах, называемых центрифугами. Разделение зависит от скорости и продолжительности центрифугирования. Центрифугирование применяется для отделения осадка от раствора, для разделения эмульсий и т.п. Центрифугирование отфильтрованного гомогената разделит его на осадок и надосадочную жидкость. Осадок содержит крупноразмерные органоиды, а надосадочная жидкость (супернатант) содержит растворимые низко- и высокомолекулярные соединения, а также фрагменты внутриклеточных мембран. При центрифугировании в растворах разной плотности можно разделять различные внутриклеточные органоиды и фракции субклеточных мембран.

Далее полимеры из надосадочной жидкости можно фракционировать осаждением с помощью тех или иных реагентов. Белки, чаще всего, осаждают с помощью сульфата аммония или трихлоруксусной кислоты, а нуклеиновые кислоты — с помощью спиртов, изопропилового или этилового.

Осаждённые полимеры перерастворяют и подвергают дальнейшей очистке с помощью электрофореза или хроматографии.

Электрофорез — это электрокинетическое перемещение веществ в жидкой или газообразной среде под действием внешнего электрического поля. Он применяется для разделения заряженных соединений (белков, нуклеиновых кислот). Различают множество разновидностей этого метода. Он используется для разделения смесей биомолекул на фракции или индивидуальные вещества в зависимости от их суммарного заряда. Белки чаще всего разделяют в полиакриламидном геле, а нуклеиновые кислоты — в агарозе.

Любые растворимые биополимеры (в т.ч. углеводы) можно фракционировать с помощью хроматографии — сорбционного метода разделения, основанного на распределении веществ между двумя фазами — неподвижной (твердая фаза или жидкость, связанная на инертном носителе) и подвижной (газовая или жидкая фаза, элюент). Биополимеры разделяют с помощью гель-фильтрационной, аффинной и ионообменной хроматографии.

Для отделения жирорастворимых веществ гомогенат, фильтрат или надосадочную жидкость можно смешать с гидрофобным растворителем (ацетоном, диэтиловым эфиром, гексаном и др.) при этом гидрофобные пигменты и липиды перейдут в гидрофобную фазу, а водорастворимые вещества останутся в водной фазе.

Для получения высшего балла нужно перечислить максимальное количество способов фракционирования биополимеров.

Окончание ответа.

Место проведения (город):

Дата:



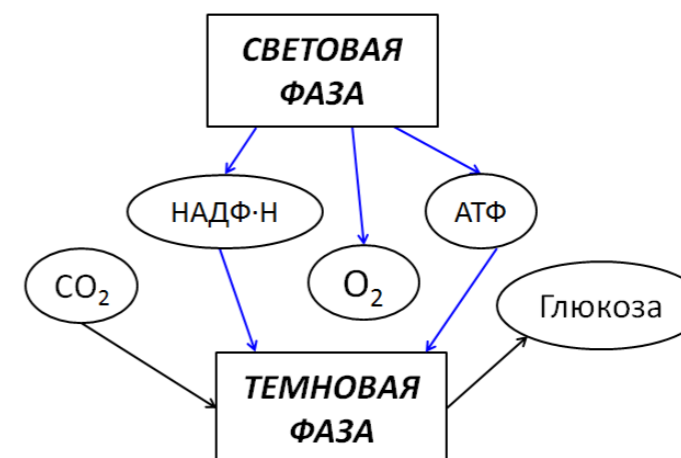
					2015-2016 учебный год						
					Вариант 2			ШИФР			
					10-11 класс						
итоговая оценка, подпись зам. председателя жюри											
1 задание	2 задание	3 задание	4 задание	5 задание	6 задание	7 задание	8 задание	9 задание	10 задание	ИТОГ	

заполняется членами жюри и шифровальной группы

**ЗАДАНИЕ 1.** Выберите **ВСЕ** правильные ответы из пяти предложенных. Обведите буквы, расположенные рядом с правильными ответами. Исправления не допускаются.

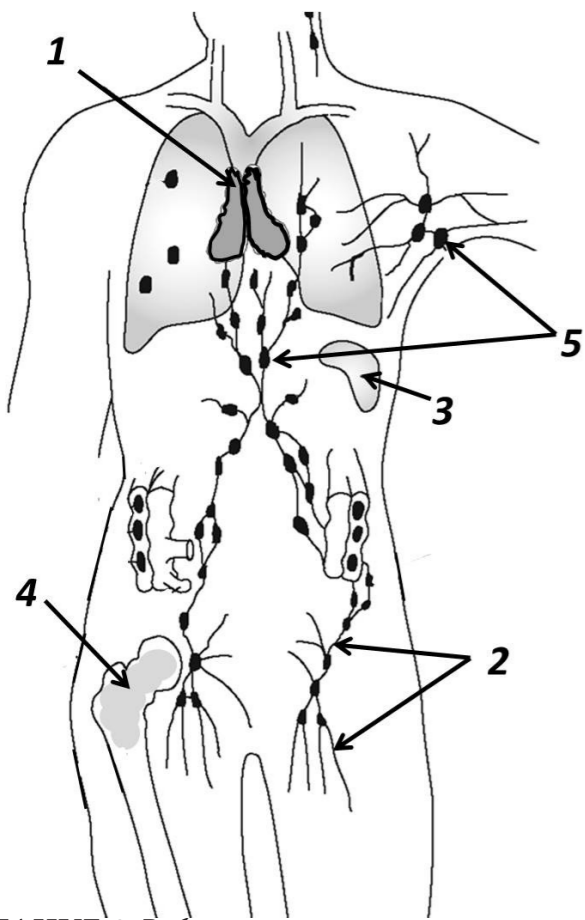
- Какие органы членистоногих гомологичны их локомоторным конечностям?  
а. Верхние челюсти ракообразных  
б. Трахеи насекомых    с. Крылья насекомых  
д. Глаза скорпионов  
е. Паутинные бородавки пауков
- Плазма крови человека в норме отличается от первичной мочи наличием в ней  
а. Воды    б. Глюкозы    с. Антител  
д. Ионов натрия    е. Альбумина
- Ученые доказали, что эукариоты изначально приобрели хлоропласты в результате симбиоза с фотоавтотрофной бактерией, а затем в некоторых группах произошла их утрата. Каковы причины этой утраты?  
а. Переход подвижного организма к неподвижному образу жизни на поверхности дна  
б. Переход из планктона к жизни в толще грунта на дне водоема  
с. Переход к внутриклеточному паразитизму  
д. Способность хлоропластов переселяться из клетки в клетку без участия клеточного деления  
е. Перемещение части хлоропластных генов в ядро
- У домашней кошки ядро сперматозоида содержит 19 хромосом. Следовательно, у этого вида в норме  
а. Тетраплоидная клетка печени несет 152 хромосомы  
б. Оогонии в интерфазе несут по 36 аутосом и 2 X-хромосомы  
с. Сперматиды содержат по 38 хромосом  
д. Ооциты 2-го порядка содержат в ядре по 38 хромосом  
е. Зигота содержит 36 аутосом и 2 половые хромосомы
- У мохообразных  
а. Отсутствует чередование поколений  
б. В жизненном цикле преобладает гаметофит  
с. Могут развиваться мужской и женский спорофиты  
д. Могут развиваться мужской и женский гаметофиты  
е. Формируются зооспоры
- В поперечно-полосатых мышечных волокнах у таракана может происходить  
а. Молочнокислое брожение  
б. Накопление ионов кальция  
с. Синтез молекулярного кислорода  
д. Окисление цитохром-С-оксидазы  
е. Активный транспорт протонов через внутреннюю мембрану митохондрий

**ЗАДАНИЕ 2.** Дополните схему, в прямоугольных блоках которой указаны фазы фотосинтеза, а в овальных — названия соединений. Укажите при помощи пяти стрелок, какие из приведённых веществ затрачиваются, а какие — образуются в ходе каждой из фаз.



**ЗАДАНИЕ 3.** Работа с рисунком.

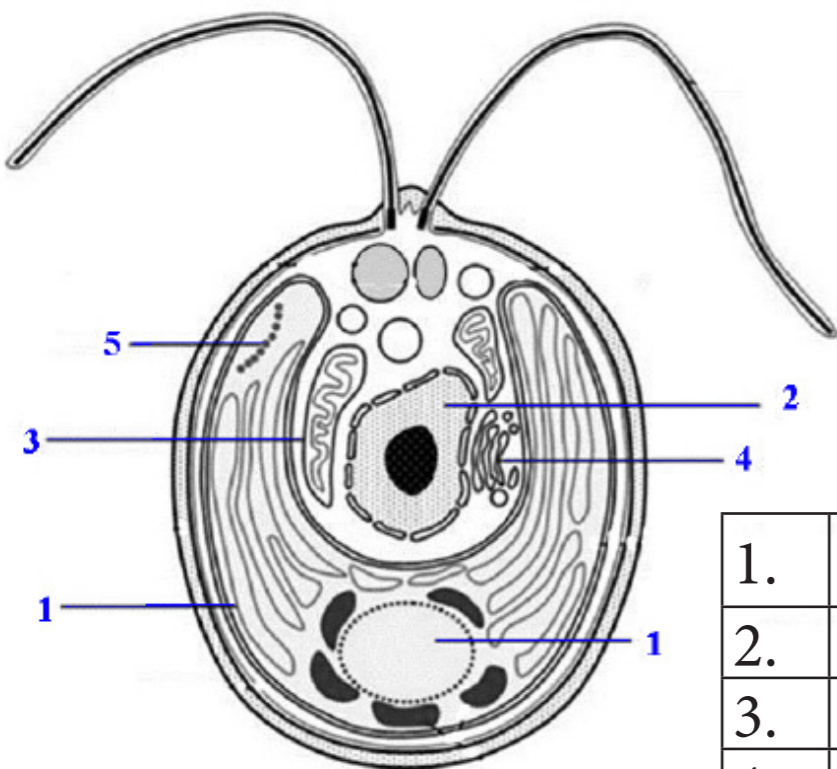
Иммунная система объединяет органы, в которых образуются, созревают и функционируют иммунные клетки. На рисунке стрелками и цифрами обозначены основные органы этой системы. Внесите их названия в таблицу рядом с соответствующими номерами.



1.	Тимус (вилочковая железа)
2.	Лимфатические сосуды
3.	Селезёнка
4.	Красный костный мозг
5.	Лимфатические узлы

**ЗАДАНИЕ 4.** Работа с рисунком.

Перед Вами контур клетки хламидомонады. Дорисуйте любые пять характерных элементов её внутреннего строения. Обозначьте их стрелками с цифрами и внесите их названия в таблицу рядом с соответствующими номерами.



1.	Хроматофор (с тилакоидами, пиреноидом, зёрнами крахмала)
2.	Ядро
3.	Митохондрия
4.	Аппарат Гольджи
5.	Глазок (стигма)

**ЗАДАНИЕ 9.** Дайте развернутый ответ на вопрос. Используйте для ответа специально отведенное поле.

Жизненный цикл всех высших растений характеризуется чередованием бесполого (спорофит) и полового (гаметофит) поколений. Охарактеризуйте основные отличия жизненных циклов высших споровых и семенных растений.

Ответ:

К высшим растениям относятся представители отделов Мохообразные, Риниофиты, Плаунообразные, Хвощеобразные, Папоротникообразные, Голосеменные и Покрытосеменные. Жизненный цикл всех без исключения высших растений носит название гапло-диплофазного со спорической редукцией, что говорит о чередовании поколений и прохождении мейотических делений при спорообразовании. С другой стороны, в каждом отделе жизненный цикл в эволюции приобретает ряд особенностей.

1. Мохообразные. У этих растений преобладает гаметофит, при этом архегонии и антеридии могут формироваться как на одном растении (однодомные), так и на разных (двудомные). Спорофит представлен коробочкой на более или менее длинной ножке, при помощи которой он связан с гаметофитом и получает от него питательные вещества и воду. Для оплодотворения необходима капельно-жидкая влага.

У представителей всех остальных отделов высших растений в жизненном цикле преобладает спорофит.  
2. Плаунообразные. У равноспоровых плаунов обоеполые гаметофиты развиваются только после установления контакта с симбиотическими грибами. Они ведут подземный образ жизни, не содержат хлорофилла, а все питательные вещества получают от гриба-симбионта. У разноспоровых плаунов, напротив, гаметофиты развиваются под оболочками спор и часто достигают зрелости еще внутри спорангия за счет питательных веществ, поступающих от спорофита. Для оплодотворения плаунам необходима капельно-жидкая влага, поскольку мужские гаметы у них представлены сперматозоидами.

3. Хвощеобразные. Современные хвощи представлены только равноспоровыми видами одного рода. Определение пола у них, по-видимому, происходит под влиянием экологических факторов. В первую очередь это влажность, температура и освещенность. В условиях, близких к оптимальным, обычно развиваются женские гаметофиты. При выходе за пределы зоны оптимума развиваются либо обоеполые, либо мужские гаметофиты. Гаметофиты малоклеточные, свободноживущие и фотосинтезирующие. Для оплодотворения необходима капельно-жидкая влага.

4. Папоротникообразные. Встречаются как равно- так и разноспоровые представители. У примитивных папоротников (кл. Ophioglossopsida) гаметофит ведёт подземный микотрофный образ жизни. У более продвинутых представителей (например, кл. Polylodiopsida) гаметофиты свободноживущие и фотосинтезирующие. Для оплодотворения необходима капельно-жидкая влага.

5. Голосеменные. У этих растений отчетливо прослеживаются тенденции к редукции мужского и женского гаметофитов. Все представители голосеменных являются разноспоровыми. Гаметофиты всегда развиваются под покровами спорофита что позволяет снять зависимость от наличия капельно-жидкой влаги, необходимой для оплодотворения представителям других отделов растений. У представителей большинства классов женские гаметофиты образуют от 1 до нескольких сотен архегониев, внутри которых развиваются крупные яйцеклетки. Однако, представители кл. Gnetopsida, за исключением рода Ephedra, лишены архегониев (продвинутый признак). Мужской гаметофит чаще всего представлен 5-клеточным образованием, однако у Araucariales число клеток может достигать нескольких сотен, а у Pinales уменьшается до 4-х. У представителей классов Ginkgoopsida и Cycadopsida из антеридиальных клеток развиваются многожгутиковые сперматозиды, у остальных – безжгутиковые спермии.

6. Покрытосеменные. У представителей этого отдела гаметофиты также не являются свободноживущими и развиваются под защитой тканей спорофита. В строении гаметофитов наблюдается максимальная степень упрощения – мужской гаметофит состоит из 2-3 клеток в зависимости от стадии развития, женский представляет собой 8-ми ядерное ценоцитное образование, называемое зародышевым мешком. Впоследствии внутри зародышевого мешка обособляются 6 гаплоидных и одна диплоидная клетка. Архегонии никогда не образуются, а безжгутиковые спермии доставляются в зародышевый мешок по пыльцевой трубке.



**ЗАДАНИЕ 8.** Решите задачу по генетике и поясните ход ее решения. Используйте для ответа специально отведенное поле.

У радужных перепутов пол организма контролируется генами *F* и *M*. Доминантная аллель *F* отвечает за женский пол, доминантная аллель *M* – за мужской. Какое расщепление по полу будет наблюдаться в  $F_1$  и  $F_2$ , полученных при скрещивании  $FfMm \times ffMM$ , если гены сцеплены и рекомбинируют с частотой 30%, особи  $ffmm$  бесполо, а особи, доминантные по обоим генам, гермафродитны?

Ответ:

Решение:

- Поскольку гены *F* и *M* сцеплены, генотипы родителей нужно переписать следующим образом:  

$$\begin{array}{c} Fm \\ \hline Fm \end{array} \times \begin{array}{c} fM \\ \hline fM \end{array}$$
- В  $F_1$  все потомки будут гермафродитными:  

$$\begin{array}{c} Fm \\ \hline fM \end{array}$$
- Независимо от того, будут ли они размножаться перекрестным оплодотворением или самооплодотворением, расщепление в  $F_2$  будет одинаковым. Поскольку гены сцеплены, 3-й закон Менделя здесь неприменим. Необходимо рассчитывать частоту каждого типа гамет.  
 Гаметы  $Fm$  и  $fM$  будут некросоверными. По условиям задачи, их суммарная доля равна 70% (0,7). Значит, каждая из этих гамет будет встречаться с частотой 0,35. Гаметы  $fm$  и  $FM$  будут кросоверными. По условиям задачи, их суммарная доля равна 30% (0,3). Значит, каждая из этих гамет будет встречаться с частотой 0,15.
- Бесполое особи могут быть получены только при объединении двух гамет  $fm$ . Частота таких особей в  $F_2$  будет равна  $0,15^2 = 0,0225$ .
- Особи женского пола могут быть получены в двух случаях:
  - Объединение двух гамет  $Fm$ . Доля таких особей в  $F_2$  равна  $0,35^2 = 0,1225$
  - Объединение гаметы  $Fm$  с гаметой  $fm$  (и наоборот). Доля таких особей в  $F_2$  равна  $2 * 0,35 * 0,15 = 0,105$   
Суммарная доля самок равна 0,2275
- Особи мужского пола могут быть получены в двух случаях:
  - Объединение двух гамет  $fM$ . Доля таких особей в  $F_2$  равна  $0,35^2 = 0,1225$
  - Объединение гаметы  $fM$  с гаметой  $fm$  (и наоборот). Доля таких особей в  $F_2$  равна  $2 * 0,35 * 0,15 = 0,105$   
Суммарная доля самцов равна 0,2275
- Доля гермафродитных особей в  $F_2$  (все остальные) равна  $1 - 0,0225 - 2 * 0,2275 = 1 - 0,4775 = 0,5225$ .
- Задача решена.

Окончание ответа

**ЗАДАНИЕ 5.** Анализ рисунка.

Рассмотрите фотографию одного из причудливых обитателей коралловых рифов. Выберите из предложенного списка характеристики, которые для него полностью верны, и отметьте их галочками в таблице.

ШИФР



Многочисленные выросты на теле этого животного похожи на плавники, но на самом деле являются жабрами.	
Это животное – близкий родственник морского конька.	<input checked="" type="checkbox"/>
Это животное имеет мантийную полость и редуцированную раковину.	
Для этих организмов характерна забота о потомстве, пока детёныши не достигнут состояния половой зрелости.	
Основу пищевого рациона этого животного составляют мелкие планктонные организмы, которых оно втягивает вместе с водой при помощи трубкообразного рыла.	<input checked="" type="checkbox"/>

**ЗАДАНИЕ 6.** Работа с текстом.

Перед Вами текст, содержащий пять биологических ошибок. Внимательно прочтите его, найдите ошибки и объясните, в чем они заключаются, заполнив свободные поля таблицы.

Витамины D — группа биологически активных **водорастворимых стероидов**, главная функция которых состоит в регуляции всасывания ионов кальция и фосфатов из компонентов пищи в тонком кишечнике. Кроме того, они стимулируют поглощение железа, магния и цинка, а также принимают участие в регуляции размножения клеток и обменных процессов. Для человека наиболее важными представителями группы являются витамины D<sub>2</sub> и D<sub>3</sub>. Они поступают в организм человека с пищей, D<sub>3</sub> также может синтезироваться в **процессе фотосинтеза** в коже под действием солнечных лучей. Витамины D кровотоком доставляются в печень и далее в почки, где превращаются в кальцитриол, непосредственно регулирующий процессы всасывания в кишечнике. Дефицит витамина D **приводит к остеопорозу**, которым страдает до миллиарда жителей Земли, особенно в младенческом возрасте. **Проблему дефицита витамина D можно решить, употребляя много фруктов**. Кроме витаминов D в регуляции уровня кальция и фосфора в организме участвует гормон гипофиза — **тиреотропин**.

1.	Витамины D — группа биологически активных жирорастворимых стероидов.
2.	D <sub>3</sub> может синтезироваться в коже под действием солнечных лучей, но этот процесс фотосинтезом не является. Фотосинтез характерен только для фотоавтотрофов.
3.	Дефицит витамина D приводит к рахиту, связь витамина D с развитием остеопороза не доказана.
4.	Проблему дефицита витамина D не решить, употребляя фрукты. Витамин D содержится в животной пище: яйцах, молоке, масле, сырах, рыбе и рыбьем жире, а также в грибах. Кроме того, бороться с дефицитом витамина D можно с помощью загара.
5.	Тиреотропин не участвует в регуляции уровня кальция и фосфора в организме, за это отвечают гормон щитовидной железы тиреокальцитонин и паращитовидных желёз паратгормон.

## ЗАДАНИЕ 7. Работа с информацией.

Внимательно прочитайте предложенные фрагменты текста и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.

**Фрагмент 1.** Скребни (*Acanthocephala*) – тип многоклеточных животных, ведущих паразитический образ жизни. Взрослые черви (рисунок 1А) раздельнополы, имеют тело длиной от 1 мм до 70 см и обитают в кишечнике окончательного хозяина – рыбы, птицы, млекопитающего. Как и у некоторых других кишечных паразитов, у них есть хобот, вооруженный крючьями, а покровы представлены синцитиальным эпителием, который обеспечивает питание. Функционирующей пищеварительной системы нет, однако внутри туловища проходит тонкий клеточный тяж – лигамент, представляющий собой рудимент кишечника. Пространство между внутренними органами заполнено обширной первичной полостью тела. Кровеносной и дыхательной системы у них нет.

Яйца выводятся с фекалиями окончательного хозяина и попадают в воду, где их съедает промежуточный хозяин – ракообразное или насекомое. В его кишечнике из яйца выходит очень просто устроенная личинка акантор, которая внедряется в стенку кишечника и проникает в полость тела. Там она превращается в следующую стадию – акантеллу, несущую хобот и уже имеющую многие органы взрослого червя (рисунок 1Б). Затем акантелла покрывается оболочкой и становится цистакантом. Заражение окончательного хозяина происходит только при поедании им членистоногого, зараженного цистакантами.

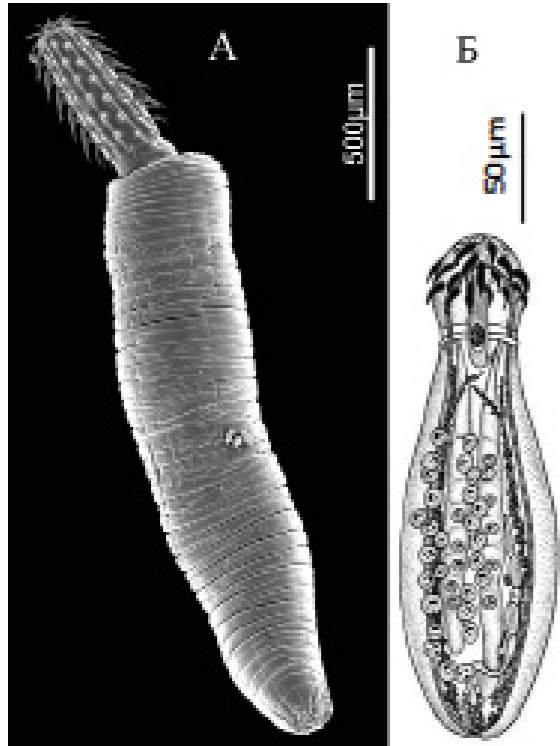
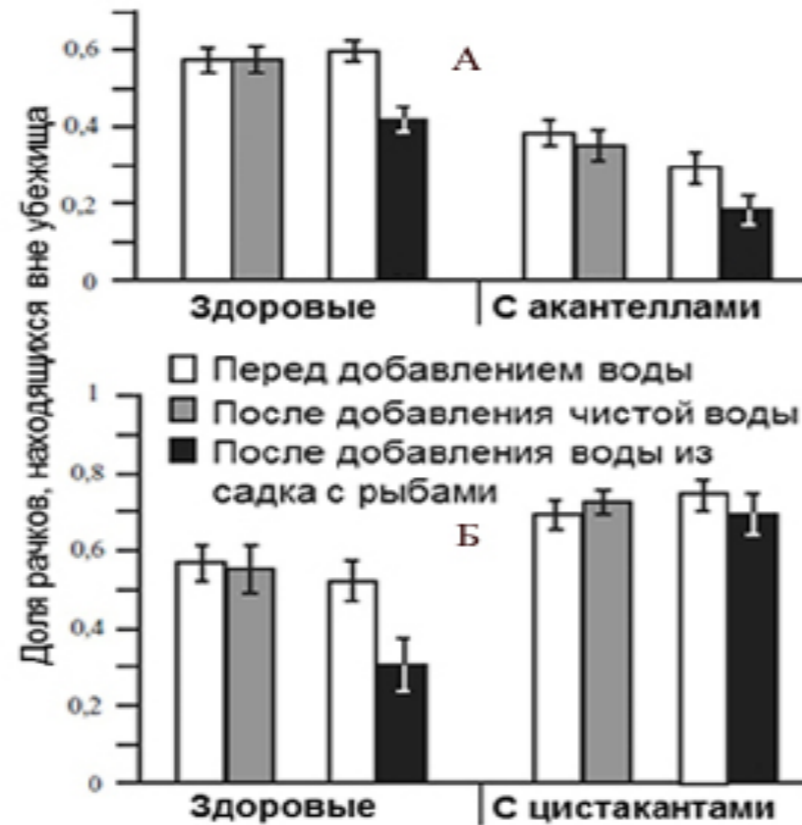


Рисунок 1. Взрослая стадия (А) и сформированная акантелла (Б) скребней. Из разных источников.

Рисунок 2 (по Dianne et al. 2011). Доля здоровых (незараженных), зараженных акантеллами (А) и цистакантами (Б) рачков, находящихся вне убежища. Пояснения в тексте.



**Фрагмент 2.** Группа зоологов исследовала способность паразитов модифицировать поведение хозяина (Dianne et al. 2011). Объектом изучения стал скребень *Pomphorhynchus laevis*, в роли окончательного хозяина которого выступают пресноводные рыбы, включая форель, а промежуточного – рачки бокоплав. В одной из серий экспериментов на дно аквариумов, заполненных водой, помещали стандартные фрагменты кирпича, служащие убежищем для рачков. Во все аквариумы сажали рачков и через некоторое время учитывали особей, находящихся вне убежища. Считалось, что доля особей, находящихся в укрытии (или вне его), пропорциональна времени, которое рачок там проводит. Затем в некоторые аквариумы добавляли воду из садков, где содержали форель, а в другие аквариумы – такой же объем чистой воды, после чего учет рачков повторяли. Результаты показаны на рисунке 2. Незараженные рачки в чистой воде обычно находились вне укрытия (рис. 2А). Рачки, зараженные акантеллами, во всех случаях достоверно чаще обнаруживались в убежище, нежели здоровые. Рачки, зараженные цистакантами, вели себя совершенно иначе (рис. 2Б), нежели зараженные акантеллой: при добавлении воды, содержащей запах форели, доля рачков с цистакантами, находящихся вне убежища, достоверно не изменилась (рис. 2Б).

Выберите **ВСЕ** правильные ответы из четырех предложенных. Обведите буквы, расположенные рядом с правильными ответами. Исправления не допускаются.

Прочтите фрагмент 1, рассмотрите рисунок 1 и выберите все правильные варианты ответа.

### 1. Выберите признаки, верно характеризующие животных, о которых идет речь

- a. В процессе эволюции скребни полностью утратили пищеварительную систему
- b. Половозрелых самцов и самок скребней можно обнаружить, вскрывая кишечник различных позвоночных животных
- c. Размер акантеллы (рис. 1Б) составляет более половины размера тела взрослой особи (рис. 1А)
- d. Покровные ткани некоторых паразитических животных имеют синцитиальное строение

### 2. Охарактеризуйте жизненный цикл скребней

- a. Половозрелые скребни и акантеллы несут органы прикрепления
- b. Жизненный цикл скребней обычно протекает с чередованием поколений
- c. Одна из стадий жизненного цикла обнаруживается вне организма хозяина
- d. Акантеллы и цистаканты обитают в кишечнике промежуточного хозяина

Прочтите фрагмент 2, рассмотрите рисунок 2 и выберите все правильные варианты ответа.

### 3. При проведении эксперимента

- a. Использованы аквариумы с морской водой
- b. Во все аквариумы добавляли воду, в которой ранее содержали форель
- c. Фрагменты кирпича помещали лишь в некоторые аквариумы
- d. Полагали, что чем меньше доля рачков, находящихся вне укрытия, тем больше времени рачки проводят, спрятавшись

### 4. В результате эксперимента было показано следующее:

- a. Здоровые рачки после поступления сигнала от хищника прячутся чаще, чем до поступления сигнала
- b. Более половины рачков, зараженных акантеллой, обнаруживаются в убежище
- c. Рачки, зараженные цистакантом, обнаруживаются в убежище гораздо чаще, чем рачки, зараженные акантеллой
- d. Рачки, зараженные цистакантом, после добавления воды из садка с рыбами прячутся гораздо реже, чем после добавлении чистой воды

### 5. Используя информацию, представленную в тексте и рисунках, а также Ваши знания, выберите все правильные утверждения

- a. Рачки, зараженные акантеллой, более доступны для хищника, чем зараженные цистакантом
- b. Рачки, зараженные цистакантом, более доступны для хищника, чем незараженные
- c. Паразит может модифицировать поведение хозяина только в случае его локализации в районе мозга
- d. Данный пример показывает, что фенотипические признаки хозяина могут определяться генами паразита