



ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА



Общеобразовательный предмет: **биология**
2020-2021 учебный год
10-11 класс
Вариант 2

Задания 1-6. Выберите ВСЕ правильные ответы. Максимальная оценка за каждое задание – 5 баллов.

1. Древние викинги во времена набегов на Британию могли брать с собой запасы
 - a. Ржаной муки*
 - b. Кукурузных лепешек
 - c. Свежей капусты*
 - d. Бобов какао
 - e. Сушеного гороха*
2. В каких внутриклеточных процессах участвует железо?
 - a. Окислительно-восстановительные реакции*
 - b. Перенос протона
 - c. Обратимое связывание кислорода*
 - d. Транспорт кислорода*
 - e. Образование активных форм кислорода*
3. У одного из видов малярийного плазмодия зигота содержит в ядре 28 хромосом и после формирования делится путем мейоза. Следовательно, у этого вида в норме
 - a. Диплоидный набор включает 56 хромосом
 - b. Мерозоит (клетка, проникающая в эритроцит хозяина) содержит 28 хромосом
 - c. Гамонт (клетка, из которой образуются гаметы) содержит 28 хромосом
 - d. Зрелая женская гамета содержит 14 хромосом*
 - e. Клетка на стадии анафазы первого деления мейоза содержит 28 хромосом*
4. На поверхности океана далеко от берега часто обнаруживаются крупные скопления живых бентосных водорослей-макрофитов, многие месяцы находящиеся у поверхности воды и переносимые течениями на сотни километров. Какие из перечисленных водорослей, на ваш взгляд, могут составлять основу этих скоплений?
 - a. Хламидомонада
 - b. Саргассум*
 - c. Фукус*
 - d. Макроцистис*
 - e. Хара
5. Через гемато-плацентарный барьер в организм плода могут проникнуть
 - a. Эритроциты
 - b. Кислород*

с. Половые гормоны

д. Антитела

е. Вирусы

6. Выберите животных, более или менее отдаленные предки которых когда-то имели развитые крылья и были способны к полету, но позднее утратили эту способность.

а. Крокодилы

б. Эму

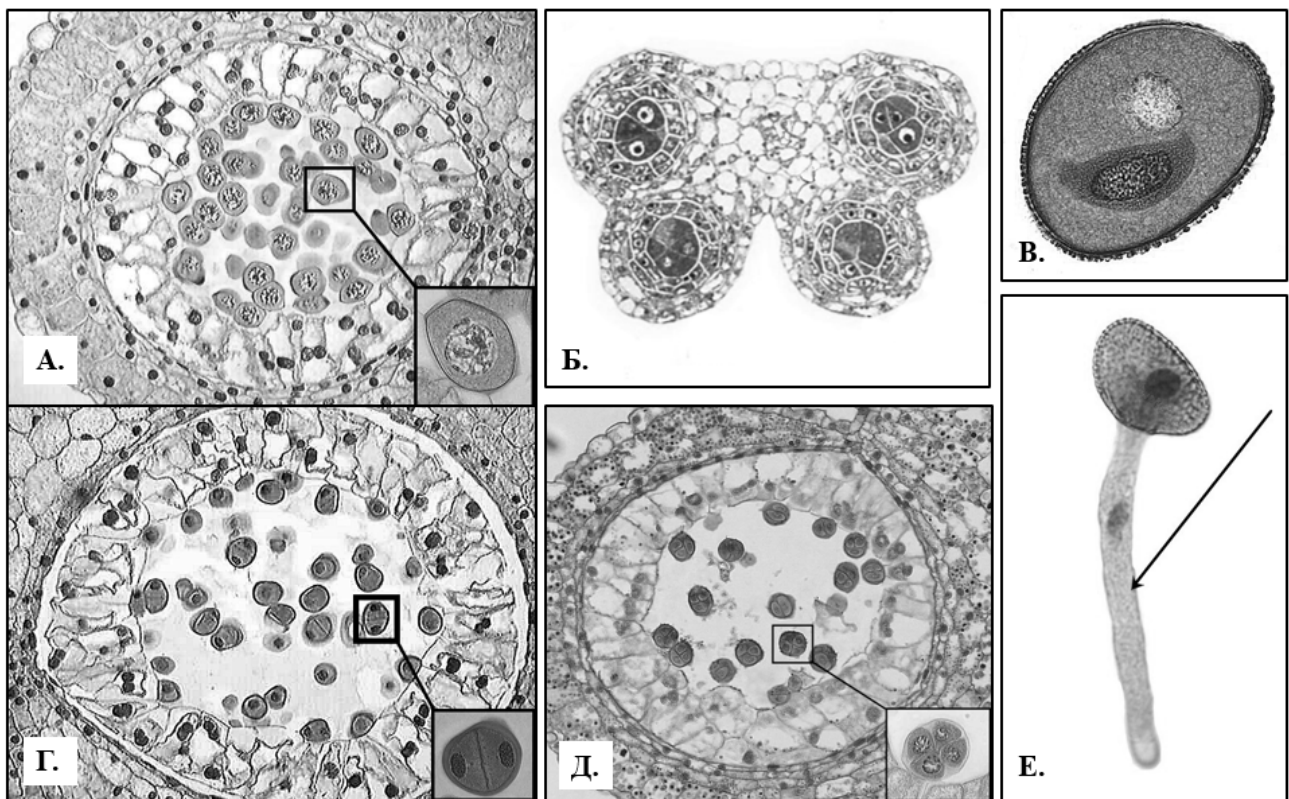
с. Виш

д. Блохи

е. Многоножки

Задание 7. Анализ биологического процесса. Рассмотрите рисунки и выполните задания. Максимальная оценка – 10 баллов.

Перед вами изображения различных стадий некоторого процесса, протекающего у растений. Рассмотрите рисунки и выполните задания.



1. Установите правильный порядок стадий изображенного процесса, начиная с материнской клетки микроспоры. Ответ запишите в отведенное поле в виде последовательности букв без знаков препинания и пробелов, регистр не важен.

Ответ: багдве

2. Выберите правильные характеристики данных объектов (ответ запишите в отведенное поле в виде последовательности латинских букв в алфавитном порядке без знаков препинания и пробелов, регистр не важен).

а. На изображении Д представлен этап гаметогенеза

б. Антеридии представлены одной клеткой

с. Мужские гаметы этих растений не несут жгутиков

д. Структура на картинке В состоит из двух клеток

е. Вегетативные клетки представленного мужского гаметофита быстро дегенерируют в процессе его развития

Ответ: cd

3. По характерным деталям строения определите, к какому отделу относится представленное растение, и запишите **русское название** этого отдела в отведенное поле:

Ответ: Покрытосеменные (Цветковые).

4. Запишите в отведенное поле **название** структуры, на которую указывает стрелка на изображении Е.

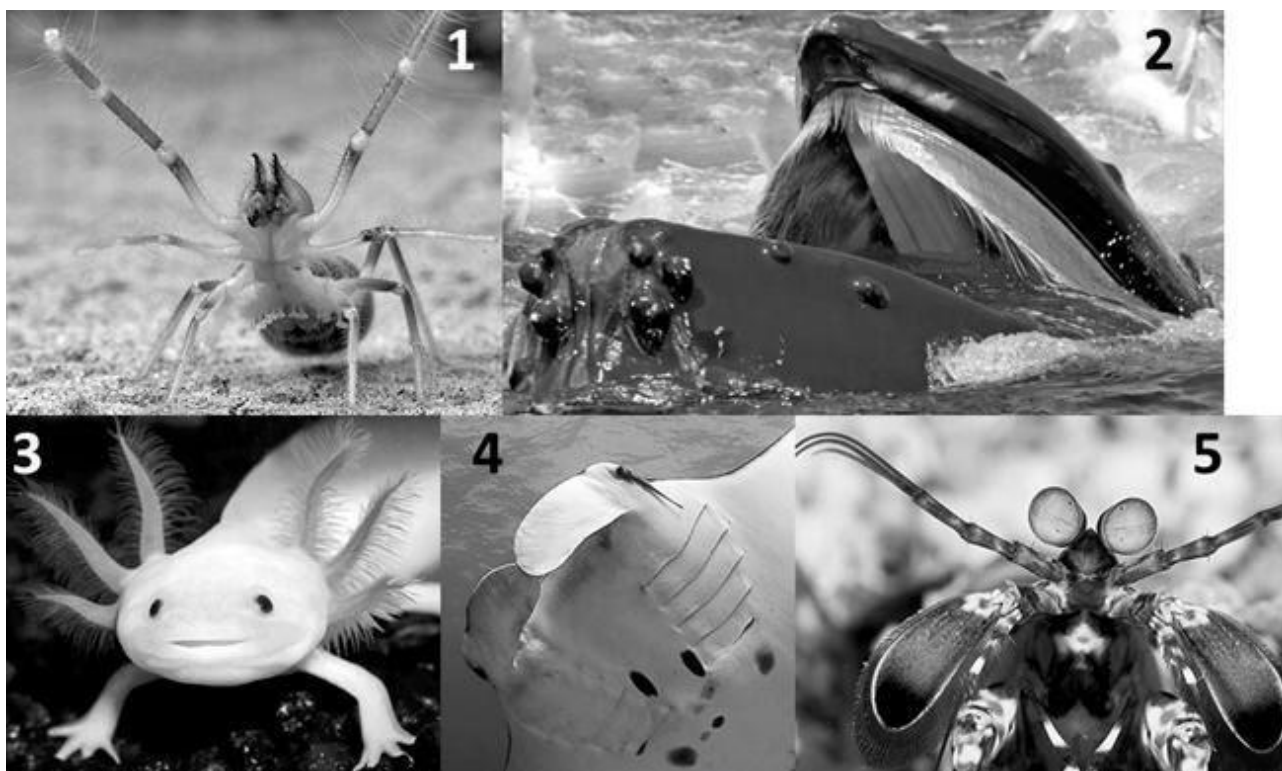
Ответ: пыльцевая трубка

5. Запишите в отведенное поле **русское название** фазы мейоза на изображении Г:

Ответ: телофаза (телофаза первого деления) I

Задание 8. Работа с изображениями объектов. Рассмотрите рисунки и выполните задания. Максимальная оценка – 5 баллов.

Перед вами - изображения различных животных (соотношения размеров не соблюдены). Определите, к каким классам относятся эти животные. Запишите русские названия этих классов в отведенные поля рядом с соответствующими номерами.



Ответы:

1. Паукообразные

2. Млекопитающие

3. Земноводные (Амфибии)

4. Хрящевые рыбы

5. Ракообразные (Высшие ракообразные, Высшие раки)

Задание 9. Работа с текстом. Перед Вами текст, содержащий пять биологических ошибок. Внимательно прочтите его, найдите ошибки и объясните, в чем они заключаются, вписав ответ в отведенное поле. Максимальная оценка – 5 баллов.

Внимание! Исправление фразы исключительно отрицанием (может – не может, имеет – не имеет и т.п.) не засчитывается. Необходимо сформулировать утвердительное предложение.

Овуляция происходит у человека на стадии метафазы первого деления мейоза. Оплодотворение яйцеклетки в норме осуществляется только одним сперматозоидом. Во

время этого процесса акросома сперматозоида, которая содержит лизирующие ферменты и представляет собой особую разновидность митохондрии, сливается с наружной мембраной и выбрасывает свое содержимое, растворяющее яйцевую оболочку. Как только ядро сперматозоида проникает через мембрану яйцеклетки, на ее поверхности происходит электрическая реакция, за которой следуют химические процессы. Это приводит к уплотнению блестящей оболочки вокруг яйцеклетки, что делает ее непроницаемой для других сперматозоидов.

Самые первые этапы развития зародыша происходят во время его нахождения в яйчнике. На этом этапе происходит дробление, образуется многоклеточная бластула типа морулы, а затем внутри морулы возникает полость и таким образом формируется бластоциста. Бластоциста достигает матки и начинает проникать в ее эндометрий. Этот процесс называется имплантацией. Следующий этап развития идет параллельно с имплантацией и называется нейруляцией. При этом образуется два зародышевых листка: эктодерма и энтодерма.

Эктодерма позже дает начало покровам, нервной системе, органам чувств. Из энтодермы происходят все отделы пищеварительной системы. Затем между двумя этими листками возникает третий: мезодерма, предшественник опорно-двигательной, выделительной, кровеносной и половой систем. Другие клетки зародыша прорастают внутрь матки и вместе с клетками эндометрия матки дают начало плаценте. Затем из эктодермы зародыша внутрь инвагинирует и отпочковывается нервная трубка - этот этап развития называется нейруляцией.

Ответы:

1	Овуляция происходит у человека на стадии второго деления мейоза
2	Акросома образуется из пузырьков аппарата Гольджи, аналогична лизосоме
3	Самые первые этапы развития зародыша происходят во время его движения по фаллопиевой трубе
4	Образование трехслойного зародыша - процесс гастрюляции
5	Передний и задний отдел пищеварительной системы образуются из эктодермы

Задание 10. Молекулярная биология и биоинформатика.

В данном задании вам необходимо проанализировать фрагмент текста и на основании своих знаний и информации из текста выполнить задания. Максимальная оценка – 5 баллов.

Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) в настоящее время широко применяется в биологии и медицине. Классическая ПЦР позволяет получить большое количество копий интересующей нас последовательности ДНК. Специфичность данной реакции обеспечивают небольшие последовательности нуклеотидов - праймеры. Их подбирают к обоим концам амплифицируемого участка ДНК таким образом, чтобы последовательность так называемого прямого праймера соответствовала последовательности на 5'-конце цепи, тогда как обратный праймер обратно комплементарен последовательности на ее 3'-конце. Например, если интересующий нас участок ДНК заканчивается последовательностью 5'-AAGCTA-3', то обратный праймер будет иметь последовательность: 5'-TAGCTT-3'. Чтобы праймеры могли узнать необходимую последовательность ДНК смесь для ПЦР реакции нагревают до определенной температуры - температуры отжига праймеров. Эта температура рассчитывается путем прибавления к температуре плавления (температура, при которой

происходит разъединение двухцепочечной молекулы праймера) 4°C градусов. ДНК-полимераза, осуществляющая репликацию интересующего нас участка ДНК, использует праймер в качестве затравки для начала синтеза. В результате данной реакции получается копия необходимой последовательности ДНК.

Для того, чтобы различить последовательности ДНК, можно использовать рестриктазы – ферменты, которые узнают и разрезают строго определенные последовательности нуклеотидов в ДНК (так называемые сайты рестрикции). Например, рестриктаза PfuII, у которой сайт рестрикции несет последовательность 5'-GCATC↓G-3', при реакции с последовательностью ДНК будет разрезать ее на два фрагмента, содержащие на концах последовательности 5'-GCATC-3' и 5'-G-3'.

1. В предложенной последовательности нуклеотидов закодирован пептид длиной 19 аминокислотных остатков.

5'- TTCAACATGACAACCTATCCATCTCATACATTATTTGTTTTGTATTATACAAGGCAA
TCAATGTGAATAAATCACTATATGTAC - 3'

Вам необходимо подобрать праймеры для амплификации нуклеотидной последовательности, кодирующей данный пептид, начиная со старт-кодона (ATG), и содержащей стоп-кодон (TGA, TAG, TAA). Помните, что праймеры должны быть специфичны и обладать примерно одинаковой температурой плавления (различия не более 2-4°C). Температура плавления рассчитывается по формуле: $2(A+T) + 4(G+C)$, где буквы - это количество нуклеотидов каждого типа. Размер каждого праймера должен составлять 15 нуклеотидов.

Запишите в отведенное поле полученные праймеры в направлении от 5' - к 3' - концу **в виде последовательности заглавных латинских букв без пробелов (в том числе концевых)** и укажите температуру их плавления.

Ответы:

Прямой праймер: ATGACAACCTATCCA

Обратный праймер: TCACATTGATTGCCT

Температура плавления прямого праймера: 42°C

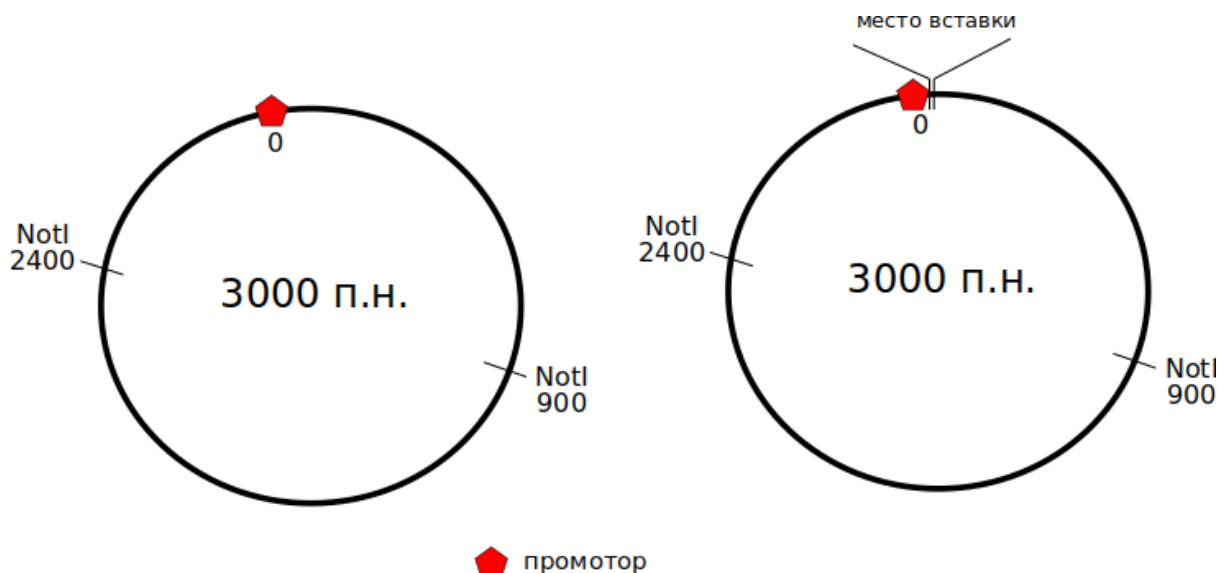
Температура плавления обратного праймера: 42°C

2. Полученный в предыдущей части задания ПЦР продукт встраивается в плазмиду для синтеза белка в бактериях. Вам даны последовательности (сайты рестрикции), по которым две рестриктазы (эндонуклеазы рестрикции) специфично разрезают ДНК. В ответе укажите размер фрагментов, которые получатся в результате реакции рестрикции, произведенной этими рестриктазами для плазмиды, содержащей вставку в правильной ориентации цепи. Обозначения к рисунку: NotI - рестриктаза, число, которое указано рядом - позиция в парах оснований, где происходит разрезание последовательности.

Сайты рестрикции рестриктаз:

SfaNI 5' - CATA↓C - 3'

NotI 5' - GCGG↓CCGC - 3'



Ответ запишите в отведенное поле в виде последовательности чисел, расположенных по возрастанию и разделенных одиночными пробелами.

Ответ: 622 938 1500

Задание 11. Биология клетки. Молекулярная биология. Дайте краткий ответ, запишите его в отведенное поле. Максимальная оценка – 5 баллов.

Каким образом можно разделить полученные в предыдущем задании фрагменты ДНК? Кратко опишите основной принцип данной методики.

Ответ:

Для разделения фрагментов ДНК можно использовать методику гель-электрофореза. В основе данного метода лежит тот факт, что молекула ДНК отрицательно заряжена и может двигаться в электрическом поле от катода, заряженного отрицательно, к положительному аноду. При этом фрагменты разного размера (массы) будут двигаться в геле с разной скоростью: чем больше молекула, тем медленнее она будет перемещаться. Размер молекулы ДНК можно определить, используя фрагменты ДНК известной длины («маркеры длины»), которые разделяют в том же геле и сравнивают с экспериментальными образцами.

Другим методом может служить высокоскоростное центрифугирование в градиенте плотности, например, в растворе хлористого цезия. Молекулы разного размера (массы) и формы будут осаждаться с разной скоростью.

Задание 12. Работа с информацией. Внимательно прочитайте предложенные фрагменты текста и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий. Максимальная оценка – 10 баллов.

Фрагмент 1.

Большинство наземных растений вступают в симбиотические отношения с грибами, образуя микоризу. Эти грибы играют ключевую роль в регуляции доступности питательных веществ и интенсивности углеводного метаболизма, участвуют в повышении адаптационных возможностей растений. Они оказывают влияние на структуру почвы, биоразнообразие фитоценозов и функционирование экосистем в целом. Согласно современным представлениям выделяют следующие основные типы микориз: эндотрофный, эктотрофный и эктоэндотрофный, сочетающий в себе черты двух первых типов.

Эктомикориза возникает, когда гифы гриба оплетают корень плотной сетью, образуя чехол, или микоризные трубки (рисунок 1). Гифы гриба проникают сквозь ризодерму корня и распространяются по межклетникам, не проникая в клетки. Для корней, образующих такую микоризу, характерно отсутствие корневых волосков и редукция корневого чехлика вплоть до одного-двух слоёв клеток. Эктомикоризу образуют древесные растения, составляющие

примерно 10% современных семенных растений. Грибной партнёр относится к базидиальным, сумчатым или зиготическим грибам. В настоящее время описано около 8000 видов эктомикоризных грибов, но общее их число может достигать 20-50 тысяч. Некоторые из этих грибов, такие как подосиновик или масленок, формируют симбиоз только с одним родом деревьев. Другие, как, например, мухомор, микоризуют большое число родов хозяев. Со стороны растений одно дерево может иметь до 15 и более грибных партнёров. В эктомикоризном симбиозе оба партнёра получают взаимную выгоду: растение обеспечивает микобионта органическими соединениями, а гриб, в свою очередь, снабжает фитобионта преимущественно соединениями азота, в том числе мочевиной – своим главным продуктом обмена, а также фосфором, калием, кальцием и микроэлементами. Кроме того, разветвлённый мицелий гриба поставляет растению воду, функционально заменяя корневые волоски.

Эндомикориза (рисунок 1) характеризуется тем, что гифы микобионта проникают в клетки коры корня. На поверхности корня она выражена слабо, и основная часть мицелия гриба находится внутри корня. В клетках корня могут образовываться скопления гиф гриба в виде клубочков и в виде пузырьков (везикул). Гифы могут разветвляться внутри клетки — эти образования называются арбускулами. К эндомикоризе относятся арбускулярный (везикулярно-арбускулярный), эрикоидный и орхидный тип. Два последних характерны только для представителей семейства Вересковые и Орхидные, соответственно. Наиболее распространенной разновидностью эндомикоризы является арбускулярная микориза (АМ). АМ формируется большинством высших растений (75-90%) с грибами отдела *Glomeromycota* (~150 видов). Не образуют микоризу представители Крестоцветных, Маревых, Амарантовых и Осоковых. Как и в случае с эктомикоризой, микоризованное растение снабжает гриб органикой, а эндомикоризные грибы обеспечивают своего хозяина в первую очередь фосфором, а также калием, медью и кальцием.

Эктоэндомикориза во многом сходна с эктомикоризой: образуется мантия из гиф гриба, однако микобионт проникает внутрь клеток эпидермиса и коры корня. Этот тип микоризы образуется некоторыми растениями семейства Вересковые. Арбутоидный тип эктоэндомикоризы характерен для земляничного дерева, толокнянки, грушанки и др., а монотропоидный - для подбельника. Многие из этих растений являются микотрофными (т.н. «сапрофиты»).

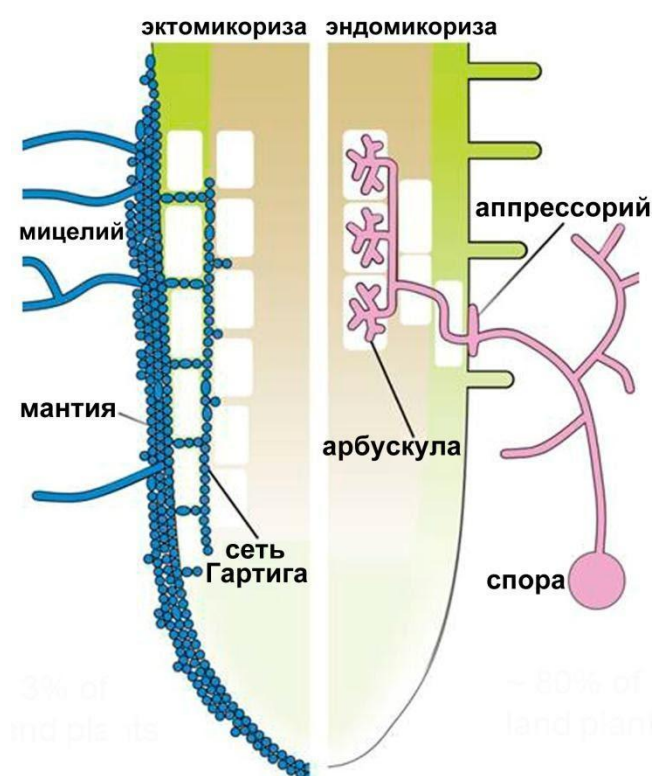


Рисунок 1. Экто- (слева) и эндомикориза (справа). Пояснения в тексте

Фрагмент 2.

Бобовые растения способны к формированию нескольких мутуалистических эндосимбиозов (рисунок 2). Один из них представляет собой симбиотическое взаимодействие с АМ-грибами. Наличие АМ улучшает минеральное питание растения, прежде всего фосфатное, повышает устойчивость растений к фитопатогенам и абиотическим стрессам. АМ симбиоз сопровождается формированием особых структур, называемых арбускулами. В них происходит взаимный обмен продуктами фотосинтеза и фосфатами. Важными экологическими функциями грибов АМ являются обеспечение взаимодействия растений различных видов в фитоценозах посредством единой сети гиф и участие в формировании структуры почвы.

Особенностью бобово-ризобиального симбиоза (БРС) является высокая специфичность, проявляющаяся в том, что определенные виды/штаммы клубеньковых бактерий образуют совместимые пары лишь с определенными группами бобовых. При этом на корнях растений развиваются специализированные структуры — клубеньки, которые являются видоизменениями боковых корней. Они формируются в результате формирования особой клубеньковой меристемы. Бактерии поселяются внутри клеток клубенька и трансформируются в бактериоиды. В клубеньках создаются оптимальные условия для фиксации атмосферного азота бактериоидным ферментом нитрогеназой. Этот фермент работает в отсутствие кислорода, и растение создаёт микроаэробную среду внутри клубенька, окружая его суберинизированной эндодермой и аккумулируя леггемоглобин в клетках. Именно наличие леггемоглобина придаёт эффективным клубенькам интенсивный розовый цвет. Благодаря образованию БРС бобовые растения могут расти на субстратах, не содержащих связанного азота. Осуществление процесса фиксации азота определяет значительную роль БРС в круговороте азота в природе и повышении плодородия почв. Интенсивность формирования симбиозов зависит от обеспечения элементами почвенного питания растений — фосфором и азотом.

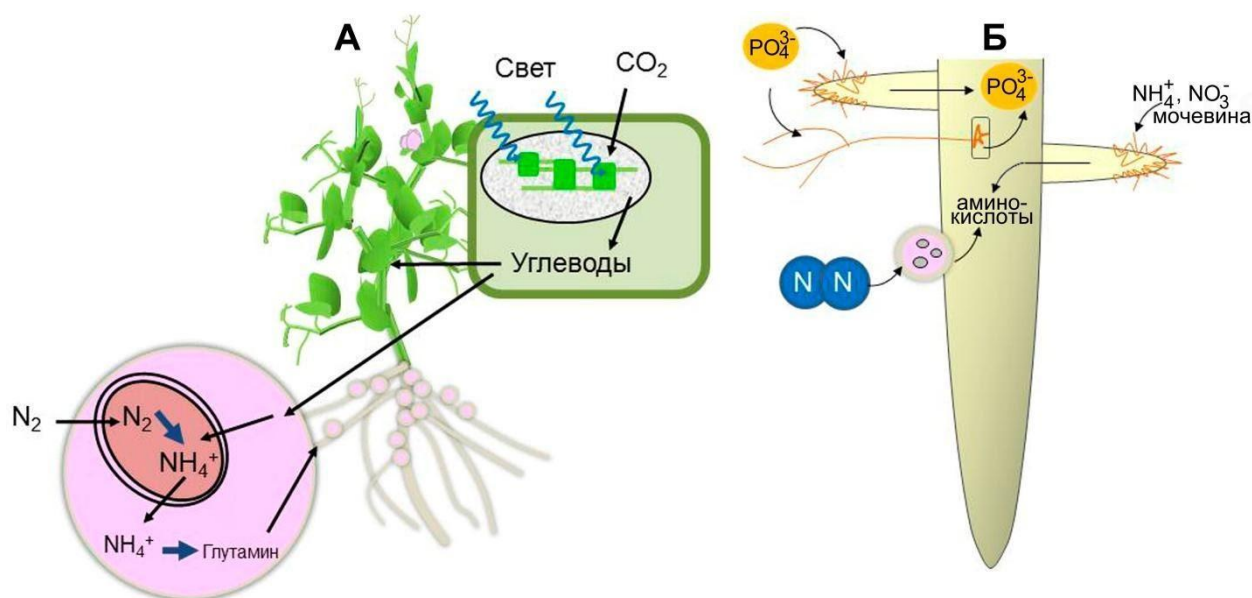


Рисунок 2. А. Поток вещества в бобово-ризобиальном симбиозе. Б. Корневые симбиозы бобовых растений. Пояснения в тексте

В каждом из приведённых ниже заданий выберите ВСЕ правильные варианты ответа. Каждый ответ запишите в специально отведенное поле в виде последовательности букв в алфавитном порядке без знаков препинания и пробелов (регистр не важен).

- Прочитайте фрагмент 1 и рассмотрите рисунок 1. Выберите все правильные утверждения.
 - Все растения семейства Вересковые образуют эрикоидную микоризу

- b. Белокочанная капуста – микоризное растение
- c. В отличие от эндомикоризы, эктомикориза обеспечивает растение преимущественно мочевиной
- d. При прорастании внутрь корня, гифа эндомикоризного гриба образует аппрессорий

Ответ: cd

2. Прочитайте фрагмент 2, рассмотрите рисунок 2. Выберите все правильные утверждения.

- a. Бобовые растения НЕ могут одновременно образовать и микоризу, и клубеньковый симбиоз
- b. Растения семейства Бобовые образуют эндомикоризу
- c. Газообразный азот превращается в клубеньке в аминокислоты
- d. За создание микроаэробной среды в клубеньке отвечает только леггемоглобин

Ответ: bc

3. Основываясь на информации из текстовых фрагментов и рисунков, выберите все правильные утверждения.

- a. Если выращивать бобовые растения на достаточном обеспечении азотом и фосфором, они НЕ будут формировать корневые симбиозы
- b. Эктомикориза характерна для всех растений
- c. Нитрогеназа превращает молекулярный азот в аммоний
- d. Бобовые растения НЕ могут формировать эктотрофную микоризу

Ответ: ac

4. Основываясь на информации из текстовых фрагментов и рисунков, ответьте на вопрос: усиление каких процессов происходит при эффективном функционировании взаимовыгодных симбиозов растений, клубеньковых бактерий и АМ-грибов:

- a. Транспорта углеводов из листа в корень
- b. Транспорта воды из корня в лист
- c. Транспорта минеральных элементов от микосимбионта в растение
- d. Транспорта аминокислот из клубеньков в лист

Ответ: abcd

5. Основываясь на информации из текстовых фрагментов, рисунков и Ваших знаниях, выберите все правильные утверждения.

- a. Для всех эктомикоризных грибов характерен широкий спектр растений-хозяев
- b. Все «сапрофитные» растения являются облигатными микоризообразователями
- c. Растения НЕ способны усваивать органический азот
- d. Разработка препаратов на основе микоризных грибов позволит увеличить урожайность культурных растений

Ответ: bd

Задание 13. Задача по генетике. Решите задачу и запишите ответы в отведенные поля. Максимальная оценка – 10 баллов.

У сумчатых грибов (аскомицетов) все споры, образующиеся в результате мейоза из одной и той же диплоидной клетки, остаются в общей оболочке – сумке. При этом строение сумок у разных аскомицетов разное. У *Neurospora crassa* все споры в сумке расположены в одну линию, в строгом соответствии с порядком расхождения хроматид (I-е и II-е деление мейоза ориентированы у этого гриба одинаково). Кроме того, каждая спора делится один раз митозом в той же ориентации. Как будут выглядеть сумки, если исходный диплоид был гетерозиготой a_1a_2 ? Предположим, что аллель a_1 приводит к красной окраске споры, а аллель a_2 – к отсутствию окраски (спора оказывается белой). Заполните таблицу. В ответах используйте следующие обозначения: красная спора – R, белая спора – W. Фенотипы разных спор не разделяйте пробелами или знаками препинания (пример: RW). В последнем задании

запишите варианты расположения клеток в сумке, не разделяя их пробелами, а сами сумки отделите друг от друга одиночным пробелом.

Ответы:

Количество клеток в сумке	8	
Плоидность каждой из них (n или 2n)	n (1n)	
Среди них:	количество клеток, несущих аллель a_1	4
	количество клеток, несущих аллель a_2	4
Выпишите расположение клеток в сумке, если известно, что:	крайняя левая клетка красная	RRRRWWWW
	крайняя левая клетка белая	WWWRRRRR
Выпишите все возможные варианты сумок, если в одной из хроматид в исходной диплоидной клетке произошла мутация $a_1 \rightarrow a_2$		RRWWWWWW WRRWWWW WWWRRWW WWWWWWRR

Задание 14. Биотехнологии. Дайте развернутый ответ, запишите его в отведенное поле. Максимальная оценка – 10 баллов.

В современной биотехнологической промышленности применяют различные системы для получения целевого рекомбинантного белка, используемого в изготовлении лекарственных препаратов. Одной из таких систем является культура пекарских дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*). Опишите процесс получения клеточной системы для синтеза рекомбинантного белка на основе клеток дрожжей. Оцените, какими достоинствами и недостатками обладает данная система.

Ответ:

- Первым шагом для получения последовательности гена рекомбинантного белка чаще всего является проведение полимеразной цепной реакции (ПЦР) с кДНК (комплементарная ДНК, которая синтезируется на матрице мРНК ферментом обратной транскриптазой). Использование кДНК обусловлено тем, что у организма могут присутствовать интроны, как в нашем примере.
- Необходимо секвенировать последовательность, чтобы исключить ошибки. Более того, для получения белка другого организма, может потребоваться провести оптимизацию кодового состава и заменить редко встречающиеся у данного организма кодоны. В данном случае это важно, т.к. речь идет о препарате для человека.
- Для последующей доставки последовательности гена рекомбинантного белка в клетки дрожжей необходимо сконструировать вектор. Обычно используются методы рестрикции и лигирования фрагментов, наряду с системами основанными на рекомбинационном клонировании (необходимые последовательности для клонирования добавляются к 5' концам в ходе ПЦР реакции).
- Доставка вектора в клетки дрожжей может осуществляться несколькими способами:
 - трансформирование плазмидами;
 - использование системы CRISPR/cas9 для встраивания последовательностей в геном.
- Подтверждением того, что искомая последовательность интегрировалась в геном в единственном экземпляре, служит использование ПЦР с праймерами, специфичными к месту вставки. Более того, необходимо убедиться, что в клетке экспрессируется целевой продукт. Для этого можно применить специальные метки, которые добавляются к белку на этапе конструирования вектора (например, знаменитый GFP - зеленый флуоресцентный белок). Альтернативный способ - использование генов резистентности к антибиотикам. Выживать на среде с добавлением антибиотика будут только те клетки, в которые успешно интегрированы целевые последовательности.
- Хорошим улучшением системы будет наличие индуцибельного промотора, чтобы исследователь мог запускать процесс синтеза белка, когда это необходимо.

7. Очистка белка из культуры клеток производится чаще всего с использованием аффинной хроматографии (например, используя антитела к His-тегу или к выделяемому белку).

8. Достоинства системы:

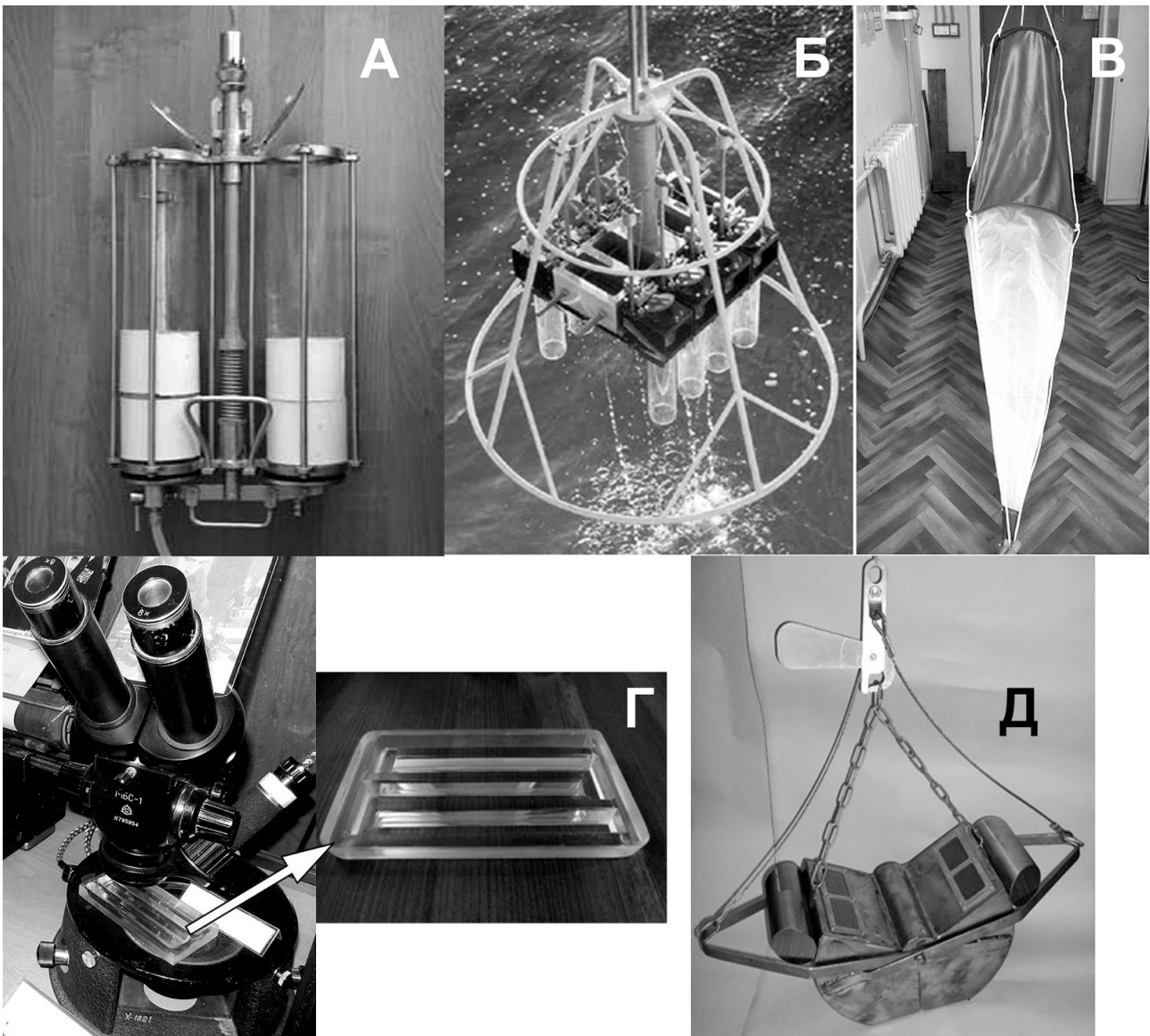
- сравнительно большой выход продукта, относительная простота его синтеза и аккумуляции;
- сравнительная простота доставки генетического материала в клетки дрожжей;
- для некоторых рекомбинантных белков, произведенных дрожжами, не требуется предварительная процедура выделения и очистки, а возможно пероральное их применение, т.е. при использовании в пищу.

9. Недостатки:

- сложности выделения белка из-за наличия у грибов клеточной стенки;
- в клетке дрожжей (грибы!) скорее всего будут происходить иные, нежели у млекопитающих, посттрансляционные модификации белков, включая, например, гипергликозилирование.

Задание 15. Технологии исследований

На фотографиях представлены изображения различных приборов, используемых при изучении гидробионтов. Рассмотрите фотографии, выполните задания, записав ответы в специально отведённые поля. Максимальная оценка – 10 баллов.



1. Установите однозначное соответствие между изображениями, названиями приборов и результатами их использования. Запишите каждое полученное соответствие в поле для ответа в виде X - Y - Z, где X - буквенное обозначение изображения, Y - номер прибора (арабская цифра), Z - номер методики (римская цифра). ВНИМАНИЕ! Один из приборов и один из результатов – лишние!

Названия приборов:

1. Дночерпатель
2. Планктонная сеть
3. Камера Богорова
4. Камера Горяева
5. Грунтовая трубка
6. Батометр

Результаты использования:

- I. Отобрать пробы воды известного объема с определенной глубины
- II. Подсчитать количество особей веслоногих рачков-циклопов (*Cyclops*) в объеме пробы
- III. Отобрать пробы грунта известной площади
- IV. Отобрать пробы грунта известной площади с сохранением вертикальной структуры осадка
- V. Взять количественную пробу зоопланктона
- VI. Подсчитать количество одноклеточных водорослей в единице объема пробы

Ответ:

Буквенное обозначение изображения	X	A	B	B	Г	Д
Прибор	Y	6	5	2	3	1
Результат применения	Z	I	IV	V	II	III

2.1. Выберите ВСЕ правильные варианты ответа. Ответ запишите в отведенное поле в виде последовательности соответствующих латинских букв в алфавитном порядке, без пробелов и знаков препинания (регистр не важен).

Дночерпатель, изображенный на одной из фотографий, имеет рабочую площадь $1/40 \text{ м}^2$. С помощью этого прибора можно с достаточной точностью оценить плотность популяции следующих организмов:

- A. *Portlandia arctica* (роющий двустворчатый моллюск, собирающий детритофаг, максимальная длина раковины – 20 мм)
- B. *Rhizogeton fusiformis* (колониальный гидроид, обитатель поверхности скал, валунов и камней, хищник, максимальная длина полипов 10 мм)
- C. Камчатский краб
- D. *Micronephthys minuta* (роющий многощетинковый червь, хищник, максимальная длина тела 15 мм)

Ответ: AD

2.2. Выберите приборы, которые относят к орудиям лова для количественной оценки плотности популяций. Запишите в отведенное поле соответствующие буквенные обозначения фотографий.

Ответ: БВД

3. Для измерения солёности морской воды чаще всего используют ареометры, кондуктометры и рефрактометры - приборы, работа которых основана на связи солёности воды и каких-то ее физических свойств. Укажите, о каких свойствах воды идет речь в этих трех случаях.

Ответ:

Ареометр – прибор для измерения плотности жидкости, связь солёности и плотности

Кондуктометр – прибор для измерения электропроводности раствора; связь солёности и электропроводности

Рефрактометр – прибор для измерения показателя преломления света в жидкости, связь солёности и показателя преломления