

10 класс

Задание 1. Основа основ.

1,5 балла

Темы: Зоология

Кто является прародителем домашнего быка?

- 1) Бизон
- 2) Буйвол
- 3) Тур
- 4) Як

Задание 2. Вместилище энергии.

1,5 балла

Темы: Биохимия

Какое макроэнергетическое соединение образуется в результате цикла Кребса?

- 1) АТФ
- 2) ГТФ
- 3) НАДН + H⁺
- 4) НАД⁺

Задание 3. Как две капли.

2 балла

Темы: Зоология

Марикультура — это направление аквакультуры, занимающееся разведением морских организмов, в том числе Типа Иголокожих. Тип Иголокожие содержит несколько классов, два из которых, Морские огурцы и Морские ежи, употребляются в пищу. Интересно, что эти два класса являются ближайшими родственниками, но одна из перечисленных ниже систем сильно развита у одного и слабо развита у другого.

О какой системе идет речь?

- 1) Кровеносная система
- 2) Пищеварительная система
- 3) Амбулакральная система
- 4) Мышечная система

Задание 4. Экспериментальный банан.

2 балла

Темы: Генетика

Несколько лет назад ученые провели любопытный эксперимент по редактированию генома бананов — они добавили ген, кодирующий фермент, который производит антисептическое средство. Предполагалось, что при употреблении бананов в пищу будет снижаться частота кишечных инфекций. В числе множества манипуляций данного эксперимента имели место этапы, где приходилось использовать некоторые ферменты. В какой последовательности учёные использовали ферменты для проведения редактирования?

- 1) Хеликаза
- 2) Эндонуклеаза
- 3) Полимераза
- 4) Лигаза

Задание 5. Всё ещё птицы.

2 балла

Темы: Зоология

В связи с одомашниванием у куриц значительно изменилась анатомия и физиология, но для них все еще характерны общеклассовые особенности птиц. Так, например, у птиц имеются воздушные мешки, которые участвуют в уменьшении плотности тела и интенсификации дыхания для полета. В каком из перечисленных процессов также участвуют воздушные мешки?

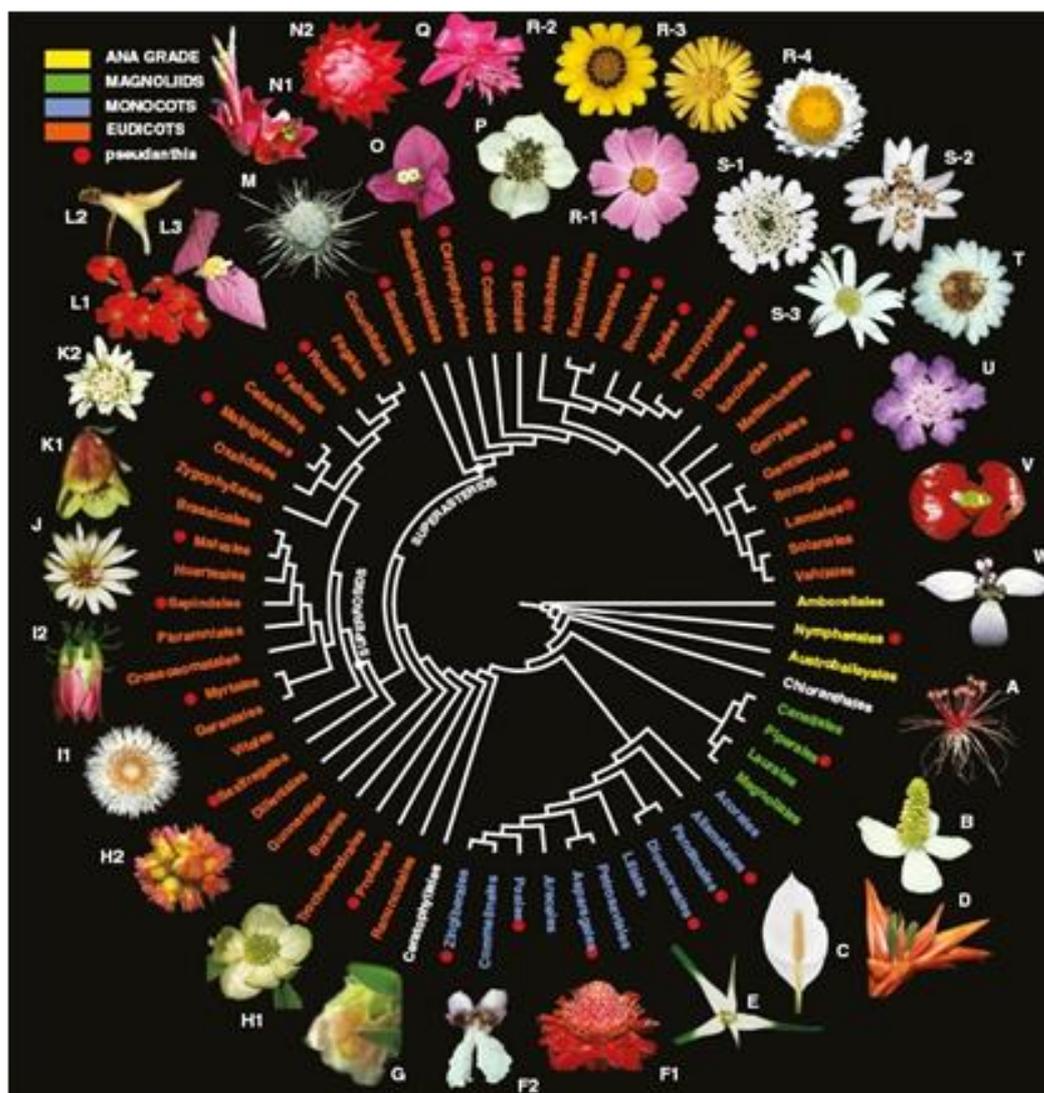
- 1) Охлаждение тела в жару
- 2) Сохранение выработанного тепла
- 3) Увеличение пространства для съеденной пищи за счёт сжатия мешков
- 4) Механическая защита органов при ударе

Задание 6. Дальние родственники.

2,5 балла

Темы: Ботаника

Среди сельскохозяйственных растений достаточно часто встречается явление псевдантии («ложных цветков») — это наличие соцветий, которые по своей форме и функциям напоминают одиночные цветки. В ходе эволюции псевдантии развились независимо как минимум в 41 семействе покрытосеменных. На иллюстрации показано филогенетическое дерево, включающее в себя растения с такими “ложными цветами”.



Авторство: Baczyński J., Claßen-Bockhoff R. Pseudanthia in angiosperms: a review //Annals of Botany. – 2023. – Т. 132. – №. 2. – С. 179-202.

Какие два семейства из предложенных являются наименее родственными друг другу?

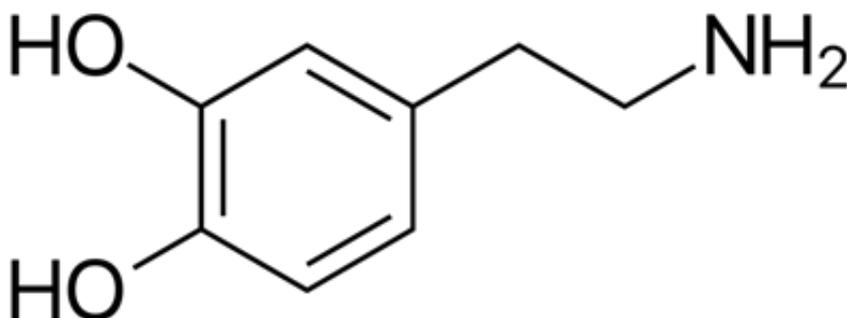
- 1) Apiales и Dioscoreales
- 2) Proteales и Poales
- 3) Piperales и Alismatales
- 4) Rosales и Saxifragales

Задание 7. Жизненно необходимый нейромедиатор.

3 балла

Темы: Биохимия, Анатомия и физиология человека

На иллюстрации показан такой нейромедиатор, как дофамин.



Авторство: Сведения об авторе отсутствуют или не читаются программно.

Предположительно Sunridin (основываясь на заявлении об авторском праве). Не предоставлен машиночитаемый источник. Предположительно собственная работа (на основании заявления об авторских правах), Общественное достояние, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=752089>

Задание 7.1.

1,5 балла

Какая аминокислота является предшественником этого нейромедиатора?

- 1) Пролин
- 2) Триптофан
- 3) Тирозин
- 4) Треонин

Задание 7.2.

1,5 балла

В результате недостаточного выделения этого нейромедиатора развивается такое заболевание, как:

- 1) Болезнь Альцгеймера
- 2) Болезнь Паркинсона

- 3) Рассеянный склероз
- 4) Эпилепсия

Задание 8. Особый случай.

3 балла

Темы: Анатомия и физиология человека

Одна из особенностей вида Человек разумный (*Homo sapiens*) — это наличие антигенов на клетках крови, таких как резус-фактор. При некоторых обстоятельствах у женщины во время беременности может возникать состояние, связанное с резус-фактором, которое называется резус-конфликт.

Выберите верные утверждения о резус-конфликте.

- 1) В большинстве случаев резус-конфликт возникает при резус-отрицательных родителях и резус-положительном плоде
- 2) Резус-конфликт никак не проявляет себя во время первой беременности
- 3) При резус-конфликте у матери образуются антитела против тромбоцитов плода
- 4) Развитие резус-конфликта можно избежать при помощи медицинских технологий
- 5) Циркулирующие в материнской крови антитела не наносят материнским клеткам вреда

Задание 9. Генетика вкуса.

3 балла

Темы: Генетика

Разведение водорослей становится все более популярным. Например, такая водоросль как *Gracilaria* богата микроэлементами и витаминами, активно культивируется в Южном полушарии. Предположим, учёные решили исследовать зависимость вкусовых качеств *Gracilaria* от количества агара.

Селекционеры скрестили гаметы от мужской и женской водоросли *Gracilaria*. Мужская имела большое количество агара, а женская — маленькое. Предположим, что большое количество агара кодируется доминантным аллелем гена *A*.

Сколько процентов водорослей будут иметь большое количество агара в следующем поколении, образующем гаметы?

Задание 10. Краснодарские фрукты.

4 балла

Темы: Ботаника

Конец ноября — сезон экзотических ягод — фейхоа. Несмотря на то, что фейхоа - это растение, культивируемое в субтропическом и тропическом климате, его успешно выращивают в Краснодарском крае, где у некоторых из вас проходил полуфинал. На изображении представлен плод фейхоа.

Какие из предложенных утверждений о нём верны?



Авторство: Didier Descouens. Собственная работа, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=29529627>

- 1) У цветка фейхоа нижняя завязь
- 2) Плод фейхоа является многогнездным
- 3) Плод фейхоа является многосемянным
- 4) Плод фейхоа является соплодием
- 5) У плода фейхоа паракарпный гинецей

Задание 11. Фантастические твари.

4 балла

Темы: Зоология

Время удивительных открытий XVII-XVIII веков прошло, но у нас остались записи того времени. Например, в записях зоологов, изучающих фауну Австралии, было найдено упоминание о "животном-амфибии из рода кротов".

Задание 11.1.

1 балл

Как вы думаете, о каком животном идёт речь в записке зоолога?

- 1) Крокодилы

- 2) Сирены
- 3) Утконосы
- 4) Сумчатые кроты

Задание 11.2.

3 балла

Какие признаки были обнаружены при изучении этого животного?

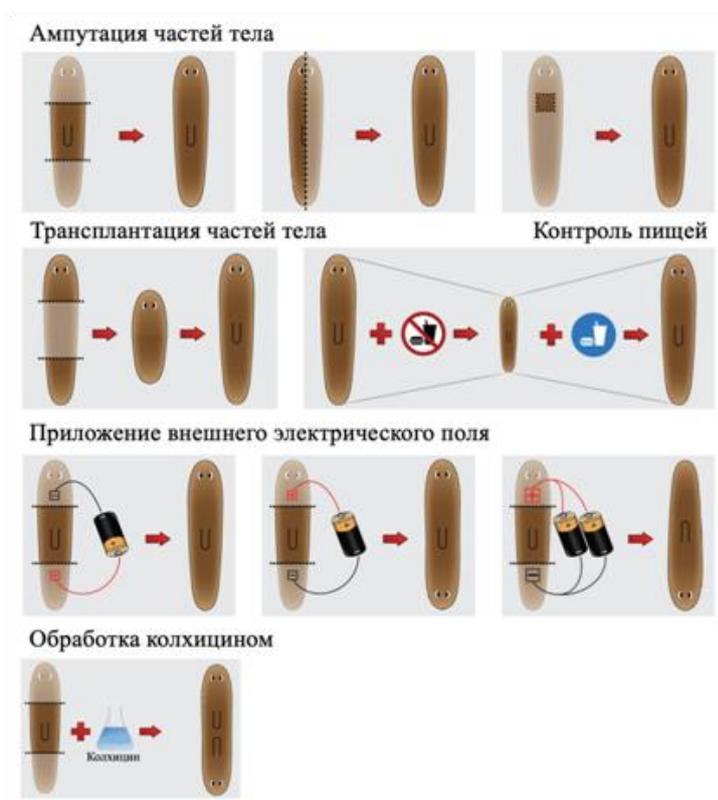
- 1) Наличие коракоидной кости
- 2) Наличие сумки для детёныша
- 3) Откладка яиц
- 4) Отсутствие молочных желез
- 5) Отсутствие наружного уха
- 6) Волосяной покров

Задание 12. Секреты долголетия.

4,5 балла

Темы: Зоология

Регенеративная медицина — область биотехнологии, направленная на восстановление повреждённой вследствие болезни или травмы структуры и функции органов и тканей. Эта новая область, в развитии которой участвуют не только врачи, но и биологи. Например, биологами накоплено достаточно материала о регенерации относительно простых организмов, таких как планарии (Тип Плоские черви). Некоторые эксперименты по регенерации планарий обобщены на данной иллюстрации.



Авторство: Lobo D., Beane W. S., Levin M. Modeling planarian regeneration: a primer for reverse-engineering the worm //PLoS computational biology. – 2012. – Т. 8. – №. 4. – С. e1002481.

Эти и многие другие эксперименты позволили учёным лучше понимать природу регенерации, чтобы перейти к более сложным организмам, таким как млекопитающие и человек. Давайте пройдём путём этих учёных и проанализируем эксперименты, представленные на иллюстрации. Выберите верные утверждения из предложенных.

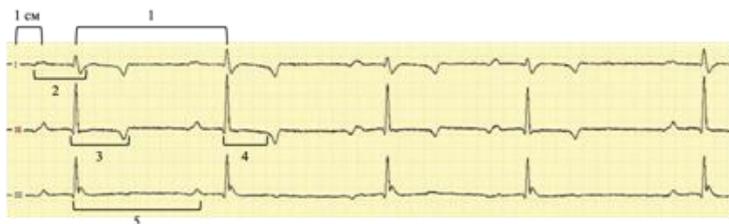
- 1) Электрические сигналы регулируют передне-заднюю полярность планарий
- 2) Цитоскелет играет роль в регулировании передне-задней полярности планарий
- 3) Передне-задняя полярность во время регенерации нарушается, если в головном конце раны расположен анод
- 4) Голодание необратимо ингибирует рост планарий
- 5) При удалении части тела планария регенерирует частично

Задание 13. Большое сердце.

4 балла

Темы: Анатомия и физиология человека, Зоология

Стрессовые факторы, перегрузки и инфекционные заболевания пагубно действуют не только на сердечно-сосудистую систему людей, но и на лошадей. А от состояния этой системы зависит работоспособность животного. Лечение, начатое на ранних стадиях заболевания, может предупредить развитие заболевания. В ранней диагностике имеет большое значение электрокардиография (ЭКГ). На рисунке изображена электрокардиограмма племенной кобылы.



Автор: Черненко В. В., Симонова Л. Н., Симонов Ю. И. Электрокардиографические параметры у племенных лошадей //Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – №. 3 (61). – С. 41-44.

Исходя из отрезка №1 частота сердечных сокращений лошади равна 53 ударам в минуту. Проанализируйте электрокардиограмму и ответьте на вопросы ниже.

Задание 13.1.

2 балла

Какова в мм/с скорость записи ленты ЭКГ?

- 1) 10
- 2) 25
- 3) 50
- 4) 80

Задание 13.2.

1 балл

Интервал QT показан под номером:

- 1) 2
- 2) 3
- 3) 4
- 4) 5

Задание 13.3.

1 балл

Сформулируйте заключение:

- 1) Аритмия
- 2) Желудочковый ритм
- 3) Инфаркт миокарда
- 4) Нормальный сердечный ритм

Задание 14. Сытный перекус.

4,5 балла

Темы: Микология

Половина олимпиады прошла, и можно было бы подкрепиться грибом, представленным на фотографии. Его внешний вид не очень аппетитный, но в молодом возрасте он пригоден для употребления в пищу.



Авторство: Daniel.j.silvia. Собственная работа, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=27459887>

Какие свойства характерны для гриба, представленного на фотографии?

- 1) Имеет гастероидный тип плодового тела.
- 2) Большинство клеток гриба имеют по 1 ядру.
- 3) Внутри перидия находится слизистая масса с базидиоспорами.
- 4) Гриб имеет индузий в виде сеточки.
- 5) Гриб питается с помощью специальных паразитических гиф, гаусторий.
- 6) Слизистая масса тела гриба имеет ферменты, вырабатывающие пахучие вещества, привлекающие насекомых.

Задание 15. Замена перекуса.

4,5 балла

Темы: Биохимия

Увы, подкрепиться грибом из прошлого задания сейчас невозможно, но вам еще нужны силы для выполнения остальных заданий. Для этого поджелудочная железа вашего организма выделяет глюкагон.

Какие именно функции выполняет сейчас в вашем организме глюкагон?

- 1) Усиливает липогенез
- 2) Усиливает гликогенолиз
- 3) Усиливает гипогликемию
- 4) Усиливает гликогеногенез
- 5) Усиливает липолиз
- 6) Усиливает глюконеогенез

Задание 16. Красочная работа.

4 балла

Темы: Генетика

Племенная работа — это единая система мероприятий, включающая в себя оценку, отбор, методы разведения, выращивание молодняка и учет культивируемых животных. Основная составная часть племенной работы — это селекция. Предположим, селекционеры скрестили белую курицу с белым петухом и получили окрашенное потомство. При скрещивании потомков первого поколения во втором поколении было получено расщепление по фенотипу — 9 (окрашенных) к 7 (белых). Ответьте на вопросы ниже.

Задание 16.1.

1,5 балл

Сколько генов отвечает за окрас у кур?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Задание 16.2.

2,5 балла

Каково расщепление по фенотипу при инбридинге по схеме родитель х потомство 1 поколения? В ответ запишите соотношение окрашенных к белым потомкам. Например, окрашенные:белые = 9:7, ответ: 97.

Задание 17. Голосеменные связи.

5 баллов

Темы: Ботаника

Голосеменные растения появились в Девонском периоде и доминировали 300-250 млн. лет назад. Сейчас учёные насчитывают около 1000 ныне живущих видов, сгруппированных в 12 семейств.

Установите соответствие между семействами Голосеменных и их представителями. В задании могут содержаться лишние варианты ответа.



1)

Авторство: CC BY-SA 2.5 es, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1702313>



2)

Авторство: By Franzfoto - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12892505>



3)

Авторство: CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=616761>



4)

Авторство: By Marija Gajić - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45008309>



5)

Авторство: By Plantmicrotome - Own work, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=43339912>

- a) Семейство Саговниковые
- b) Семейство Кипарисовые
- c) Семейство Араукариевые
- d) Семейство Вельвичиевые
- e) Семейство Сосновые
- f) Семейство Ногоплодниковые
- g) Семейство Тисовые
- h) Семейство Гинкговые
- i) Семейство Беннеттитовые

Задание 18. Свиные ушки.

5 баллов

Темы: Зоология

Установите соответствие между животными, мясо которых употребляют в пищу, и устройством их органа слуха. В задании могут содержаться лишние варианты ответа. Варианты ответа можно использовать несколько раз.

- 1) Толстолобик
- 2) Свинья
- 3) Индейка
- 4) Аллигатор

- 5) Лягушка
- a) Внутреннее ухо
 - b) Внутреннее ухо, среднее ухо с одной слуховой косточкой
 - c) Внутреннее ухо, среднее ухо с двумя слуховыми косточками
 - d) Внутреннее ухо, среднее ухо с одной слуховой косточкой, наружное ухо
 - e) Внутреннее ухо, среднее ухо с двумя слуховыми косточками, наружное ухо
 - f) Внутреннее ухо, среднее ухо с тремя слуховыми косточками, наружное ухо

Задание 19. На вкус и цвет.

5 баллов

Темы: Ботаника, Биохимия

Вкусы людей очень сильно различаются. Как говорится в знаменитой пословице “на вкус и цвет товарищей нет”. Это касается и растительных продуктов, которые мы употребляем в пищу. Помимо вкуса нас привлекает и цвет продуктов. А знаете ли вы, благодаря каким веществам окрашены те или иные растительные продукты?

Установите соответствие между растениями и пигментами, которые в большей степени определяют их окрас.

- 1) Оливковое масло
 - 2) Свёкла
 - 3) Баклажаны
 - 4) Желтый болгарский перец
 - 5) Томаты
- a) Антоцианы
 - b) Бета-каротин
 - c) Беталаин
 - d) Ликопин
 - e) Зеаксантин

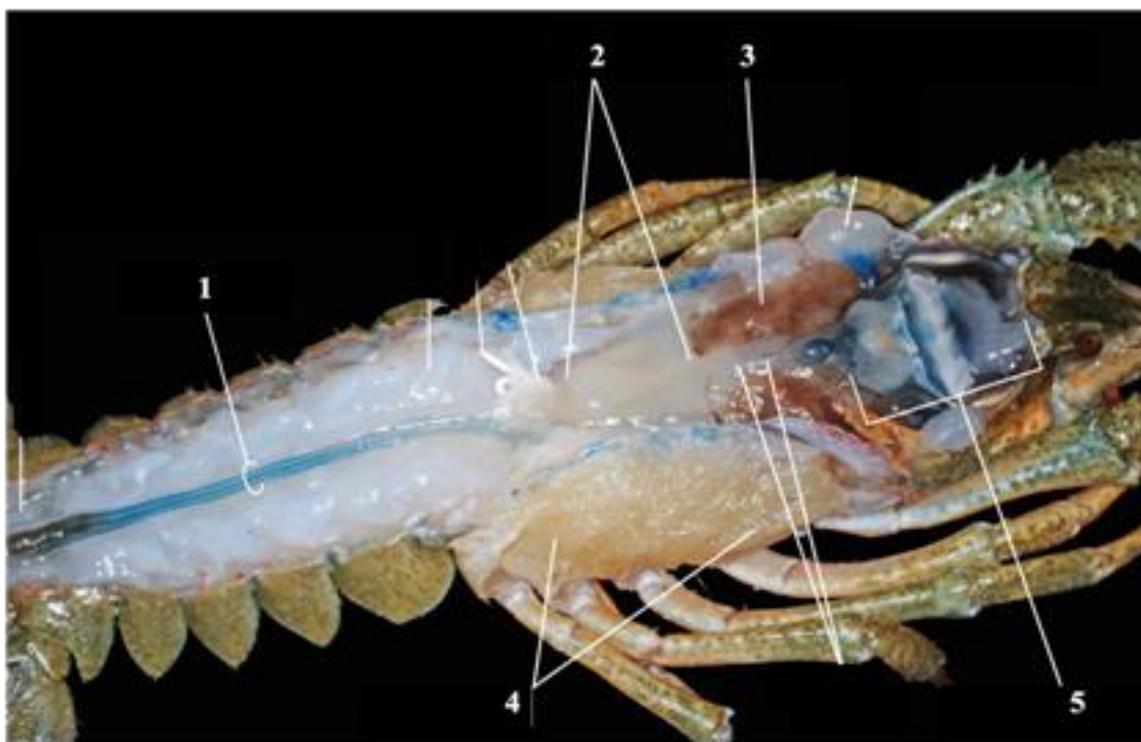
Задание 20. Праздник раков.

5 баллов

Темы: Зоология

Праздник раков — это фестиваль, зародившийся в Швеции еще в 16 веке. Широкое распространение получило употребление в пищу приготовленных речных раков. Вы с семьёй решили попробовать речных раков, отварили их и приготовились кушать. Но вдруг ваша младшая сестра попросила вас рассказать, что за органы она увидела.

Установите соответствие между органами речного рака и номерами их обозначающими. В задании могут содержаться лишние варианты ответа.



Авторство: Lów P. et al. Dissection of a Crayfish (*Astacus astacus*) //Atlas of animal anatomy and histology. – 2016. – С. 101-137.

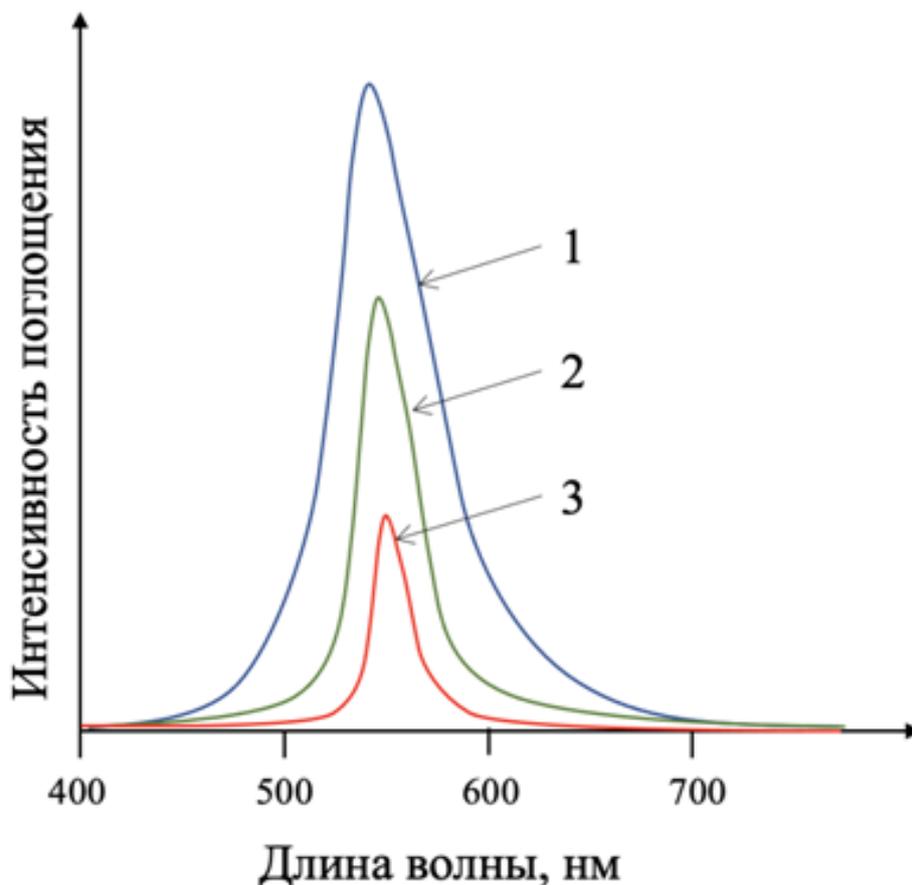
- 1) Кишечник
- 2) Сердце
- 3) Печень
- 4) Жабры
- 5) Желудок
- 6) Гонады
- 7) Брюшная нервная цепочка
- 8) “Зеленые” железы
- 9) Матка

Задание 21. Отличный поглотитель.

6 баллов

Темы: Зоология, Ботаника, Генетика

На практике вы с напарником выполняете лабораторную работу по определению количества фрагментов ДНК с помощью спектрофотометрии. Спектрофотометрия — метод исследования веществ, основанный на изучении спектров поглощения веществами в разных областях видимого излучения. Этот метод очень удобен для количественного определения веществ в растворе, например, фрагментов ДНК и белков. Так как интенсивность поглощения прямо пропорционально зависит от концентрации вещества при определенной длине волны. Вам необходимо определить методом спектрофотометрии количество ДНК в следующих объектах: пыльцевое зерно пшеницы, эндосперм кедровых семян, мегаспора баклажана, семядоли гороха, интегумент семязачатка огурца, эндосперм созревающих семян груши. Вы получили следующий результат:



Предположим, что все указанные клетки находятся в G1-фазе митотического цикла. Определяемые вами фрагменты ДНК встречаются в 1 цепочке ДНК только 1 раз.

Вы с напарником закончили определение, но товарищ случайно перепутал номера результатов и определяемые образцы. Теперь вам необходимо восстановить правильный порядок.

Установите соответствие между определенными объектами и номером на графике спектрофотограммы.

- 1) Мегаспора баклажана
- 2) Пыльцевое зерно пшеницы
- 3) Семядоли гороха
- 4) Эндосперм созревающих семян груши
- 5) Интегумент семязачатка огурца
- 6) Эндосперм кедровых семян

Задание 22. Гемодинамика.

6 баллов

Темы: Анатомия и физиология человека

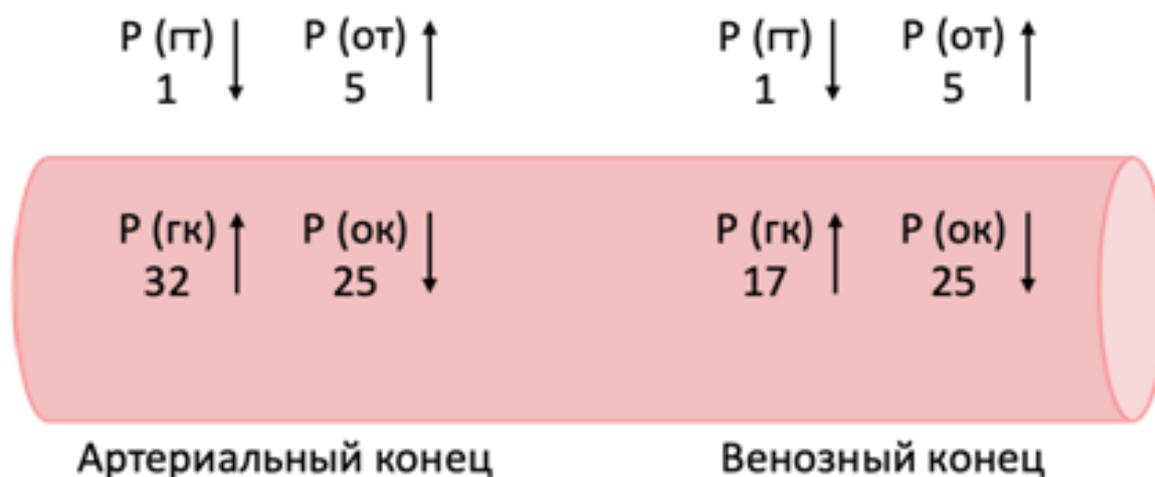
По закону ультрафильтрации давление (V), определяющее объем жидкости, проходящей через стенку капилляра в минуту, составляет (формула дана в упрощённом виде):

$$V (\text{мм рт. ст.}) = P(\text{гк}) + P(\text{от}) - (P(\text{гт}) + P(\text{ок}))$$

где $P(\text{гк})$ — гидростатическое давление крови, $P(\text{от})$ — онкотическое давление ткани, $P(\text{гт})$ — гидростатическое давление ткани, $P(\text{ок})$ — онкотическое давление крови.

Гидростатическое давление — давление жидкости в сосуде или ткани.

Гидростатическое давление обуславливает выход жидкости из объёма, в котором оно действует. Онкотическое давление — давление, создаваемое компонентами раствора и удерживающее жидкость в объёме.



Задание 22.1.

1,5 балла

Каково давление на артериальном конце капилляра в мм рт. ст.?

Задание 22.2.

1,5 балла

Каково давление на венозном конце капилляра в мм рт. ст.?

Задание 22.3.

1 балл

Какой процесс происходит на артериальном конце капилляра, исходя из полученного давления в данном примере?

- 1) Фильтрация
- 2) Реабсорбция
- 3) Секреция
- 4) Стационарное состояние

Задание 22.4.

1 балл

Какой процесс происходит на венозном конце капилляра, исходя из полученного давления в данном примере?

- 1) Фильтрация
- 2) Реабсорбция
- 3) Секреция
- 4) Стационарное состояние

Задание 22.5.

1 балл

Каково соотношение процессов в капилляре?

- 1) Фильтрация преобладает над реабсорбцией
- 2) Реабсорбция преобладает над фильтрацией
- 3) Фильтрация и реабсорбция уравновешивают друг друга
- 4) Стационарное состояние

Задание 23. Светлая и тёмная сторона.

6 баллов

Темы: Экология, Ботаника

Для выращивания сельскохозяйственных растений специалисты грамотно подбирают условия среды, необходимые для получения наибольшего урожая. Например, количество влаги и солнечного света, температуру воздуха и многое другое. На основе этих свойств для удобства создаются различные классификации растений. По отношению к световому режиму выделяют три экологические группы: гелиофиты, сциофиты и факультативные гелиофиты.

Установите соответствие между растениями и экологическими группами, к которым они принадлежат.

- 1) Подсолнечник
- 2) Кукуруза
- 3) Огурец
- 4) Яблоня
- 5) Кислица
- 6) Редис
 - a) Гелиофиты
 - b) Факультативные гелиофиты
 - c) Сциофиты

Задание 24. Перепутье.

6 баллов

Темы: Эмбриология, Анатомия и физиология человека

Формирование нового организма — один из важных процессов, происходящих в природе. А становление пола, мужского или женского, сложнейшее действие, включающее в себя генетическую, гормональную и анатомическую составляющие. На рисунке ниже вам дана схема, иллюстрирующая формирование мужского пола.



Исходя из схемы выше и ваших знаний выберите верные характеристики генетических нарушений, связанных с формированием пола.

Задание 24.1.

3 балла

Синдром Свайера — мутация У-хромосомы, в результате которой происходит её инактивация. У людей с синдромом Свайера:

- 1) Генотип — XX / XY
- 2) Фенотип — женский / мужской
- 3) Внутренние половые органы — женские / мужские / отсутствуют

Задание 24.2.

3 балла

Синдром де ля Шапеля — мутация Х-хромосомы, при которой она несёт функциональный ген SRY. У людей с синдромом де ля Шапеля:

- 1) Генотип — XX / XY
- 2) Фенотип — женский / мужской
- 3) Половые железы — женские / мужские / отсутствуют

Задание 25. Роковой обед.

6 баллов

Темы: Биохимия, Анатомия и физиология человека

В детстве родители и преподаватели учат нас не пробовать незнакомые растения и грибы. Животных мы не можем научить этому, поэтому ответственность за их пищу лежит на нас, ведь многие организмы, которые могут попасть в пищу животным, выделяют опасные для них яды.

Например, некоторые яды воздействуют на нейро-мышечные синапсы.

1. Ботулотоксин, выделяемый бактериями Клостридиями (*Clostridium botulinum*), препятствует слиянию везикул с ацетилхолином с цитоплазматической мембраной в пресинаптическом нейроне.
2. Кониин, содержащийся в болиголове, связывает и активирует холинорецепторы постсинаптической мембраны нейро-мышечных синапсов.
3. Галантамин, содержащийся в подснежниках, является ингибитором ацетилхолинэстеразы синаптической щели.
4. Тетродотоксин, содержащийся в рыбах семейства Иглобрюхие (рыба Фугу) и других животных, связывается с натриевыми каналами и блокирует ток натрия в нейронах.

Вышеперечисленные яды могут приводить как к избыточному сокращению мышц, так и к отсутствию сокращения мышц. Исходя из указанного действия токсинов, определите какой эффект они производят на организм.

- 1) Ботулотоксин
 - 2) Кониин
 - 3) Галантамин
 - 4) Тетродотоксин
- a) Избыточное сокращение мышц
 - b) Отсутствие сокращения мышц

Кейс №5. «Как избежать близкородственного скрещивания» (10 класс)



10-й класс

Как избежать близкородственного скрещивания

для домашних волнистых попугайчиков и минимизировать риски при любительском разведении



Описание проблемной ситуации

Волнистый попугай (*Melopsittacus undulatus*) — один из самых популярных видов птиц — домашних питомцев.

Естественный ареал обитания волнистых попугаев — это Австралия. Считается, что впервые в Европу эти птицы попали [в 1840 году](#). С тех пор их научились содержать и разводить в неволе. Оказалось, что это достаточно пластичный вид с большим разнообразием окраса и достаточно дружелюбным поведением по отношению к человеку, что обеспечило волнистым попугаям будущее как одной из самых популярных домашних птиц.

[В Россию](#) этот вид попал из Европы в конце XIX века, и сейчас эти птицы живут в качестве домашних питомцев в большинстве крупных городов. Это одна из самых популярных клеточных птиц в мире. Считается, что популяция волнистых попугаев в неволе превосходит популяцию диких волнистых попугаев. Действительно, [разнообразие окрасок](#) в неволе гораздо больше, чем в естественных популяциях.

Можно встретить полностью белых попугайчиков и полностью жёлтых с равномерной окраской, синих, голубых, желтых, зелёных, серых с волнистой окраской, с разным цветом лица, разной окраской верха и низа туловища. Разнообразие окрасок просто невероятное, нет только красных оттенков. Кроме того, у волнистых попугаев, как и у многих других видов птиц, помимо пигментов, различимых для человеческого глаза, присутствуют флуоресцентные пигменты, видимые в [УФ спектре](#) и влияющие у попугаев на выбор [партнёров](#) ([оригинал статьи](#)).

Как правило, волнистых попугаев сейчас разводят любители в домашних условиях. Помимо очевидных

проблем (например, распространение различных заболеваний), из-за такого способа содержания и размножения происходит большое количество близкородственных скрещиваний. Несмотря на то что инбридинг применяется в селекции и считается, что основные окрасы волнистых попугаев были получены именно таким способом, часто близкородственные скрещивания приводят к [существенным проблемам](#).

Подобную проблему можно решать завозом попугайчиков из природных популяций, но в России такая практика не очень популярна, да и природные популяции волнистых попугаев пострадали из-за вывоза в XIX веке и антропогенного воздействия на ареал. Таким образом, если вы планируете размножить волнистых попугайчиков, вам надо не только задуматься об особых условиях содержания попугаев-родителей, но и постараться избежать близкородственного скрещивания.

Из-за длительного содержания и размножения этих птиц в неволе, получения основных окрасов инбридингом и небольшой популяции в России решение этой проблемы просто покупкой попугаев у разных заводчиков не может быть гарантией отсутствия родственных связей.



1

задание

Представьте, что у вас есть пара попугаев, и вы раздумываете, стоит ли их скрещивать или нет. Как вы будете принимать это решение?

Возможно ли их скрестить так, чтобы это было безопасно для здоровья ваших питомцев и их потенциального потомства? Возможно ли сделать какие-то тесты, чтобы снизить эти риски?

Ответ оформите в виде [дерева принятия решений](#).

NB.
Мы не ждём, что вы будете описывать специфику содержания или кормления попугайчиков во время выхаживания потомства.



2

задание

В сети интернет можно найти сайты, так называемые генетические калькуляторы, которые помогают просчитать, как будет выглядеть потомство от скрещивания особей с определённым фенотипом.

Можно ли использовать такой калькулятор для оценки степени родства попугайчиков? Как его можно дополнить, чтобы он лучше выполнял эту задачу? Можно ли использовать подобный подход для выбора попугаев для скрещивания в вашем городе (регионе)?

[Пример сайта](#) — генетического калькулятора для волнистых попугаев и некоторых других видов птиц.

Основы генетики окраски у попугаев
[ссылка-1](#), [ссылка-2](#).



3

задание

Для человека и других млекопитающих часто используют различные [генетические тесты](#) для определения степени родства. При этом для волнистых попугаев и других домашних птиц такие подходы также [применимы, но до сих пор не проработаны](#) (хотя геном большинства из них был секвенирован достаточно давно). Более того, есть подходы, позволяющие оценить и идентифицировать различные виды птиц ([ссылка-1](#), [ссылка-2](#), [ссылка-3](#)).

Предложите вариант генетического теста, который поможет установить степень родства (для рекомендаций к дальнейшему спариванию) волнистых попугаев. Опишите, как он будет работать, какую информацию можно будет получить и предоставить владельцу пары волнистых попугайчиков, который обратился бы к вам с таким запросом.

Какое оборудование вам понадобится для создания лаборатории, которая будет заниматься такими анализами?



Кейс №6. «Молекулярное клонирование, рекомбинантные белки» (10 класс)



10-й класс

Молекулярное клонирование, рекомбинантные белки

Разработка экономически привлекательных методов биотехнологического производства белков молока для современной пищевой биотехнологии



Описание проблемной ситуации

Достижения в области биотехнологии и генной инженерии всё чаще применяются для [производства белков животного происхождения](#) в чужеродных организмах, например, бактериях или дрожжах.

Такие белки принято называть «рекомбинантными».

Этот подход может быть использован в производстве белков, которые сложно или слишком дорого получать традиционными методами. Для белков, используемых в производстве [продуктов питания](#), биотехнологическое производство может не только способствовать улучшению качества и удешевлению продуктов питания, но и удовлетворять запрос клиентов с особыми требованиями.

Например, за счёт благоприятных модификаций аминокислотной последовательности можно сделать продукт менее аллергенным. Кроме того, использование биотехнологий кажется привлекательным с точки зрения ресурсосбережения и рационального природопользования, например, за счёт уменьшения углеродного следа от животноводства. Технология рекомбинантных белков включает создание и вставку специфических последовательностей ДНК в клетки другого организма, но не того, из которого получены гены, кодирующие целевые белки. Синтезированные белки затем можно очистить и использовать в качестве основного или вспомогательного функционального ингредиента для разработки продукта питания.

В последнее время большое внимание уделяется биотехнологическому синтезу [рекомбинантных молочных белков](#), в первую очередь, казеинов. Это связано с несколькими причинами. Во-первых, в последнее десятилетие молочная промышленность всё в большей степени начала использовать в качестве ингредиентов

высокоочищенные белки из состава молока. Использование рекомбинантных белков позволит получать эти белки лучшего качества и дешевле. Во-вторых, биотехнологическое производство наносит меньше вреда и оставляет меньший углеродный след, чем современное высокоинтенсивное животноводство. При этом снижение стоимости биотехнологических процессов и технологий в последние годы привело к тому, что биотехнологическое производство молочных белков уже стало экономически целесообразным в сравнении с получением очищенных белков из животного молока. Кроме того, возможность использования для выращивания микроорганизмов отходов сельскохозяйственного и промышленного производства может приносить дополнительную выгоду.

Наконец, микробиологически произведённые молочные белки могут быть использованы для улучшения аминокислотного состава вегетарианских продуктов.

Биотехнологический синтез молочных белков возможен с использованием широкого спектра организмов, в которых будут вырабатываться эти белки. Выбор организма для производства белка важен для обеспечения выхода, чистоты и биологической активности синтезируемого белка.

В частности, важное значение для функционирования белков имеют правильные посттрансляционные модификации (подробнее можно прочитать по ссылкам на дополнительные материалы). Однако организмы, которые допустимо использовать для синтеза животных белков, могут сильно отличаться по тому, какие посттрансляционные модификации они могут осуществлять.

С помощью технологии рекомбинантных ДНК в клетках бактерий допустимо синтезировать чужеродные для них

Описание проблемной ситуации

белки. Благодаря этой технологии можно получать в необходимых количествах те белки, которые сложно или дорого выделять из их природного источника. С усовершенствованием и удешевлением технологии появилась возможность при небольших затратах синтезировать в микроорганизмах даже белки, которые раньше было выгоднее получать традиционным способом.

Одним из таких белков является каппа-казеин. Это один из белков семейства [казеинов](#). Как и остальные белки этого семейства, он входит в состав молока млекопитающих. Потребительские качества молока сельскохозяйственных животных и его применимость для производства различных продуктов питания, например, сыров, в существенной мере зависят именно от каппа-казеина. Вероятнее всего, это связано с тем, что именно каппа-казеин стабилизирует мицеллы в молоке. Многие молочные продукты могут быть улучшены с помощью добавления каппа-казеина в качестве одного из ингредиентов при их производстве. Но получение чистого каппа-казеина из молока осложняется его очень низким содержанием. Поэтому цена чистого каппа-казеина может составлять от 1500 до 3000 рублей за килограмм.

Современные методы создания рекомбинантных белков невозможно представить без технологии секвенирования. Быстрый прогресс в методах секвенирования и прободготовки привёл к тому, что сейчас секвенирование плазмиды целиком или отдельных её участков рассматривается как практически стандартный точный способ получить информацию о строении конкретной плазмиды и проанализировать возможные мутации в ней. В этом случае можно применить таргетное секвенирование, позволяющее

установить нуклеотидную последовательность какого-либо конкретно заданного фрагмента ДНК, например, гена интереса, который мы использовали в качестве вставки для молекулярного клонирования. Однако вставки и гены, используемые в технологии рекомбинантных белков, обычно больше, чем длина точного прочтения (обычно от 500 до 700 пар нуклеотидов при секвенировании по Сэнгеру, которое даёт наименьший процент ошибочных прочтений). Обычно для прочтения таких последовательностей используют несколько реакций секвенирования с значительным перекрытием прочтений. Естественно, сборка таких конструкций из отдельных генетических элементов — сложная и интересная задача, для решения которой используются различные подходы генетической инженерии ([например](#)).

1 задание

Обоснование выбора организма для получения рекомбинантных белков молока.

Выберите, какой организм, с вашей точки зрения, в наибольшей степени подойдет для синтеза рекомбинантных молочных белков (в первую очередь казеинов)?

Обратите внимание, какие именно типы пост-трансляционных модификаций важны для казеинов.

Укажите достоинства и недостатки выбранных вами клеток для синтеза молочных белков в сравнении с другими типами клеток и, по возможности, с другими способами получения этих белков.



2 задание

Доказательство включения целевого гена в плазмиду методом рестрикционного анализа.

Для первичного скрининга полученных в ходе генно-инженерных манипуляций используют различные методы анализа, часто один из самых первых и доступный большинству лабораторий — рестрикционный анализ. В данном задании вам необходимо проверить, произошло ли включение целевой последовательности в сконструированную плазмиду.

Для этого вам нужно будет разработать протокол рестрикционного анализа, чтобы отличить плазмиду с включенной целевой последовательностью от плазмиды, где такая последовательность отсутствует. Эти два варианта плазмиды должны давать после рестрикции разные наборы фрагментов ДНК, которые могут быть разделены методом электрофореза. У вас есть информация о нуклеотидной последовательности плазмиды, содержащей целевой фрагмент для клонирования и исходной плазмиды, используемой для вставки.

В качестве целевой последовательности использована кДНК, соответствующая транскрибируемой области зрелой мРНК каппа-казеина. Вам необходимо подобрать набор из нескольких рестриктаз для получения отличающихся продуктов рестрикции у плазмид, содержащих и не содержащих целевой фрагмент.

При этом вы должны стремиться к тому, чтобы использовать минимальное, насколько возможно, число разных типов рестриктаз. Для моделирования результатов рестрикционного анализа вы можете использовать демонстрационную версию программы snappgene, в которой есть функция имитации разделения нуклеотидных фрагментов при электрофорезе в агарозном геле или любую другую аналогичную программу.

Постройте рестрикционные карты плазмиды, содержащей целевой фрагмент, и плазмиды без целевого фрагмента. Проанализируйте предложенные несколько вариантов плазмид, которые оказались неподходящими для проведения трансформации клеток, несмотря на включение в них целевой последовательности.

Смоделируйте результаты их рестрикционного анализа и сравните с результатами анализа плазмиды из дополнительного файла-1. Есть ли какие-то отличия? Предположите, в чём могут заключаться причины того, что плазмиды из дополнительного файла-3 не могут быть использованы для трансформации клеток и молекулярного клонирования функционально активных молекул каппа-казеина.

Какие ещё методы скрининга подобных конструкций можно использовать для анализа полученных плазмид?



3

задание

Анализ плазмиды с целевым геном методом таргетного секвенирования, включая разработку праймеров для амплификации фрагментов гена.

Для успешной разработки плазмид, обеспечивающих синтез нужного рекомбинантного белка необходимо знать последовательность гена интереса и вставки. Зная нуклеотидную последовательность целевого гена, подберите праймеры для амплификации фрагментов гена каппа-казеина для дальнейшего секвенирования по Сэнгеру. Длина ампликона должна находиться в диапазоне от 200 до 500 пар нуклеотидов. Длина перекрытия соседних ампликонов друг с другом должна быть не менее 40 пар нуклеотидов.

Кроме того, крайние (первый и последний) фрагменты должны заходить за края целевого вставленного фрагмента не менее, чем на 30 нуклеотидов. Проверьте, что разработанные вами пары праймеров не будут вызывать амплификацию каких-либо участков генома *Escherichia coli*. Для конструирования и проверки праймеров можно использовать сервис PrimerBLAST и [Primer 3.0](#).

Используя [полученные результаты](#) секвенирования сходных последовательностей из биотехнологической лаборатории, определите, можно ли будет использовать эти плазмиды для получения целевого белка.

Что нужно сделать, чтобы выход белка стал выше в выбранном вами в Задании 1 продуценте?



Пшеница

Развитие молекулярно-генетических методов анализа сортов для успешной селекции пшеницы

Описание проблемной ситуации

Пшеница — одна из основных культур. Спектр продуктов из пшеницы от хлеба до пасты и каш, а иногда из неё делают и [архитектурные макеты](#).

В зерне мягкой пшеницы присутствует белок глютеинин, который играет огромную роль в том, каким получится хлеб после переработки. Однако, как показали исследования, он может нести как пользу, так и [вред для человека](#).

В геноме мягкой пшеницы содержатся три набора хромосом (она является гексаплоидом), полученных от разных предков в ходе эволюции, что делает её достаточно уникальным объектом.

Интересный факт: гены, отвечающие за глютеинин, находятся в первых и третьих хромосомах всех трёх субгеномов мягкой пшеницы. Они как бы командуют, какие виды глютеина должны быть в пшенице.

Есть глютеинин с высоким молекулярным весом (HMW-GS) и с низким молекулярным весом (LMW-GS). Эти гены в конкретном растении или сорте растений определяют, насколько в итоге хлеб будет хорошим. А понимание различий между этими генами и их аллелями сильно помогает в селекционных процессах.

Знания о генетике глютеина также помогают селекционерам и врачам в борьбе с целиакией. [Целиакия](#) — это ауто-иммунное заболевание, которому подвержен по разным оценкам каждый сотый человек на Земле. Благодаря знаниям о генетике пшеницы могут быть выработаны подходы к созданию безопасных продуктов с низким иммуногенным потенциалом на её основе.

Один из подходов, позволяющий изучать гены и их активность, — [это ПЦР](#).

С помощью ПЦР можно проводить отбор сортов пшеницы

(и других растений тоже) с нужными свойствами.

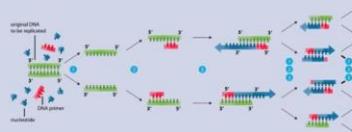
А для погружения в более тонкие аспекты генетики глютеинов, ПЦР может быть объединено с ещё одним инструментом — секвенированием ДНК.

Ещё один метод, который до сих пор часто используется для определения и сравнения сортов мягкой пшеницы, — [белковый электрофорез](#) (SDS-PAGE), который помогает определить субъединицы глютеина.

Вот ещё один интересный факт: оказывается, существует более 200 различных генов, кодирующих высокомолекулярный глютеинин.

Каждый из них вносит свой вклад в текстуру и вкус хлеба, печенья и других мучных продуктов. Это целая команда, работающая вместе, чтобы создать наши любимые блюда.

Polymerase chain reaction - PCR



- 1 Denaturation at 94-96°C
- 2 Annealing at ~68°C
- 3 Elongation at ca. 72 °C

1

задание

Даны несколько наборов праймеров, нацеленных на разные хозяйственно-ценные признаки пшеницы.

С помощью программы [Primer-BLAST](#) определите, какие из них лучше всего для оценки разных сортов пшеницы для выращивания в нечернозёмной зоне.

Обоснуйте свой выбор. Можно ли использовать эти праймеры для ржи?



2

задание

Перед вами стоит задача определить наиболее подходящие сорта для выращивания в Центрально-Чернозёмной зоне России.

Упор нужно сделать на хлебопекарные показатели зерна мягкой пшеницы и на её устойчивость к распространённым в регионе болезням.

Существует несколько методов анализа пшеницы (ПЦР, секвенирование, белковый электрофорез), которые отличаются по применимости в зависимости от поставленных задач и при этом заметно различаются по стоимости.

Какой метод или их комбинацию вы бы стали использовать?

На основе сравнительного анализа методов выберите те, что лучше всего подходят для этих задач.

Какие из этих методов возможно реализовать в научном центре с [таким набором оборудования](#)? Обоснуйте свой выбор.



3

задание

Все вы помните, как развивались события во время начала эпидемии коронавируса в 2019 году и с какими трудностями, вызванными данной болезнью, сталкивается население нашей планеты до сих пор.

Мало кто знает, но растительный мир также является свидетелем подобных событий на своем уровне. Например, в 1999 году в Уганде была идентифицирована новая раса возбудителя болезни стеблевой ржавчины пшеницы (лат. *Puccinia graminis*) Ug99. Оказалось, что у абсолютного большинства возделываемых тогда (и сейчас в целом тоже) сортов пшеницы не было устойчивости к данной расе.

Распространение болезни приняло неконтролируемый характер и вызвало ужасающие последствия. В ближайшее несколько лет болезнь распространилась на большую часть африканского континента, Ближний Восток, Среднюю Азию и даже достигла Южных регионов России, вызывая гибель посевов и следующую за ней гуманитарную катастрофу.

Процесс поиска генов, отвечающих за устойчивость к данной болезни и разработки устойчивых сортов, стал, в прямом смысле, спасительным для многих стран.

Итак, перед вами стоит цель — разработать набор ДНК-маркеров для отбора, полученных в селекционном процессе линий пшеницы, которые обладают наилучшей степенью защиты от расы Ug99.

Вам необходимо изучить литературные данные по данной тематике, отобрать гены-кандидаты, обеспечивающие устойчивость к данной болезни, и подобрать на них ДНК-маркеры с помощью программы [Primer3Plus](#) и [Primer-BLAST](#) или любых других.

Обоснуйте выбор полученных маркеров.

