**АОУ ВО ДПО «Вологодский институт развития образования»**

**Центр непрерывного повышения профессионального мастерства педагогических работников в г. Вологде**

«ОДОБРЕНО»

на заседании экспертной рабочей группы

по учебному предмету «Биология»

при РУМО по общему образованию

 (Протокол № 2 от 21.02.2024)

**Методический кейс**

**«Задания линии 23 ЕГЭ по биологии:**

**методика обучения решению»**

**Автор-составитель:**

 **Новожилова И.Н.,** методист сектора естественнонаучного и технологического образования

 ЦНППМПР в городе Вологде

АОУ ВО ДПО «ВИРО»

***Аннотация***

В рекомендациях представлен методический кейс учебных материалов для подготовки обучающихся к выполнению задания линии 23 ЕГЭ по биологии. Кейс предполагает достижение обучающимися предметных результатов освоения умения объяснять результаты биологического эксперимента. В нем охарактеризованы основные приемы и методы обучения рению данного задания. Дана характеристика средств, используемых в обучении. Представлена модель задания из ЕГЭ по биологии линии 23, решения этих заданий и критерии оценивания. Методический кейс адресован учителям биологии средней школы.

**Содержание**

**1. Актуальность**

Задание линии 23 проверяет у обучающихся навыки применения биологических знаний в практических ситуациях, анализ экспериментальных данных (выводы по результатам эксперимента и прогнозы). Задание требует развернутого ответа (описания или объяснения) при решении практических заданий. Задание линии 23 ЕГЭ имеет высокий уровень сложности и проверяет умение объяснять результаты, полученные в ходе биологического эксперимента, анализировать влияние условий на экспериментальные объекты, выдвигать гипотезы и формулировать выводы. Сложность этих заданий обусловлена не только тем, что биологический эксперимент, лежащий в основе задания, проводится на всех царствах живой природы, но и включает все уровни организации живой природы. Проверяет все элементы содержания за исключением экологического кризиса и его причин.

Средний процент выполнения задания составляет в 2022 году 21%, в 2023 году примерно 28 %. Несмотря на рост показателя, уровень выполнения остается недостаточным. Отмечается, что большая часть обучающихся, получивших неудовлетворительную отметку на экзамене, не приступала или не выполнила задания линии 23. Применение биологических знаний в практических ситуациях, анализ экспериментальных данных (выводы по результатам эксперимента и прогнозы) выполнено менее чем на 5 %.

*Цель рекомендаций* – показать систему работы по формированию у обучающихся планируемых предметных результатов освоения учебного предмета «Биология», включенных в задание линии 23 ЕГЭ.

**2. Планируемые предметные и метапредметные результаты**

Предметные результаты освоения содержания учебного предмета «Биология» на углублённом уровне ориентированы на обеспечение профильного обучения обучающихся биологии. Они включают: специфические для биологии научные знания, умения и способы действий по освоению, интерпретации и преобразованию знаний, виды деятельности по получению новых знаний и их применению в различных учебных, а также в реальных жизненных ситуациях. Предметные результаты представлены по годам изучения.

При выполнении задания № 23 обучающийся должен показать:

Предметные результаты освоения учебного предмета «Биология» в 10 классе должны отражать:

владение системой биологических знаний, которая включает: основополагающие биологические термины и понятия (жизнь, клетка, организм, метаболизм, гомеостаз, саморегуляция, самовоспроизведение, наследственность, изменчивость, рост и развитие);

 владение основными методами научного познания, используемых в биологических исследованиях живых объектов (описание, измерение, наблюдение, эксперимент);

умение выделять существенные признаки: вирусов, клеток прокариот и эукариот, одноклеточных и многоклеточных организмов, в том числе бактерий, грибов, растений, животных и человека, строения органов и систем органов растений, животных, человека, процессов жизнедеятельности, протекающих в организмах растений, животных и человека, биологических процессов: обмена веществ (метаболизм), превращения энергии, брожения, автотрофного и гетеротрофного типов питания, фотосинтеза и хемосинтеза, митоза, мейоза, гаметогенеза, эмбриогенеза, постэмбрионального развития, размножения, индивидуального развития организма (онтогенеза);

 умение устанавливать взаимосвязи между органоидами клетки и их функциями, строением клеток разных тканей и их функциями, между органами и системами органов у растений, животных и человека и их функциями, между системами органов и их функциями, между этапами обмена веществ, этапами клеточного цикла и жизненных циклов организмов;

 умение выявлять отличительные признаки живых систем, в том числе растений, животных и человека;

умение решать биологические задачи, выявлять причинно-следственные связи между исследуемыми биологическими процессами и явлениями, делать выводы и прогнозы на основании полученных результатов;

 умение выполнять лабораторные и практические работы, соблюдать правила при работе с учебным и лабораторным оборудованием;

 умение выдвигать гипотезы, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования, анализировать полученные результаты и делать выводы;

Предметные результаты освоения учебного предмета «Биология» в 11 классе должны отражать:

умение владеть системой биологических знаний, которая включает определения и понимание сущности основополагающих биологических терминов и понятий;

 умение владеть основными методами научного познания, используемыми в биологических исследованиях живых объектов и экосистем (описание, измерение, наблюдение, эксперимент), способами выявления и оценки антропогенных изменений в природе;

умение выявлять отличительные признаки живых систем, приспособленность видов к среде обитания, абиотических и биотических компонентов экосистем, взаимосвязей организмов в сообществах, антропогенных изменений в экосистемах своей местности;

умение выдвигать гипотезы, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования, анализировать полученные результаты и делать выводы;

Метапредметные результаты освоения учебного предмета «Биология» включают: значимые для формирования мировоззрения обучающихся междисциплинарные (межпредметные) общенаучные понятия, отражающие целостность научной картины мира и специфику методов познания, используемых в естественных науках (вещество, энергия, явление, процесс, система, научный факт, принцип, гипотеза, закономерность, закон, теория, исследование, наблюдение, измерение, эксперимент и другие); универсальные учебные действия (познавательные, коммуникативные, регулятивные), обеспечивающие формирование функциональной грамотности и социальной компетенции обучающихся; способность обучающихся использовать освоенные междисциплинарные, мировоззренческие знания и универсальные учебные действия в познавательной и социальной практики. В результате изучения биологии на уровне среднего общего образования у обучающегося будут сформированы познавательные универсальные учебные действия, коммуникативные универсальные учебные действия, регулятивные универсальные учебные действия, совместная деятельность.

**3. Характеристика задания № 23**

Задание линии 23 ЕГЭ в 2024 году предполагает объяснение результатов биологического эксперимента. Проверяет следующие элементы содержания из кодификатора ЕГЭ:

Владение основными методами научного познания, используемыми при биологических исследованиях живых объектов и экосистем: описание, измерение, проведение наблюдений; выявление и оценка антропогенных изменений в природе.

Материал опирается на следующие разделы содержания:

Код 1. Биология как наука. Живые системы и их изучение.

Код 2. Клетка как биологическая система.

Код 3. Организм как биологическая система.

Код 4. Система и многообразие органического мира.

Код 5. Организм человека и его здоровье.

Код 6. Теория эволюции. Развитие жизни на Земле.

Код 7. Экосистемы и присущие им закономерности.

 Проверяет все элементы содержания за исключением экологического кризиса и его причин.

Данный материал изучается на всем протяжении освоения учебного предмета «Биология» в средней школе.

Требования к уровню подготовки выпускников:

Код 2. Владение системой знаний об основных методах научного познания, используемых в биологических исследованиях живых объектов и экосистем (описание, измерение, проведение наблюдений); способами выявления и оценки антропогенных изменений в природе. Умение выдвигать гипотезы, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования, анализировать полученные результаты и делать выводы.

Уровень сложности высокий. Максимальный балл - 3 балла. Примерное время выполнения 15-30 минут.

Задание линии 23 проверяет практические навыки использования биологических методов и опирается на школьный демонстрационный и лабораторный практикум.

|  |  |
| --- | --- |
| Критерии оценивания выполнения задания  | Баллы |
| Ответ включает в себя все названные выше элементы, не содержит биологических ошибок | 3 |
| Ответ включает в себя три названных выше элемента и не содержит биологических ошибок | 2 |
| Ответ включает в себя два из названных выше элементов, которые не содержат биологических ошибок | 1 |
| Все иные ситуации, не соответствующие правилам выставления 3, 2 и 1 балла | 0 |
| Максимальный балл | 3 |

**4. Методические особенности изучения материала**

**4.1 Перечень тем:**

-фотосинтез, прорастание семян;

- осмос;

-действие ферментов, гормонов, нейромедиаторов, активаторов и ингибиторов процессов;

- параметры крови и их изменения;

- методы биологических исследований;

- процессы в простых биологических системах (колонии бактерий, водоросли)

 **Проблемой** при выполнении задания является трудности у обучающихся в выражении и изложении мыслей в письменном виде, соблюдение научного стиля.

**Причинами** данных трудностей является недостаточный уровень знаний у обучающихся, непонимание контекста задания, низкий уровень научного мышления, невнимательное чтение условий.

**Решение** проблем может помочь повышение уровня знаний учеников, разбор вопросов и ситуативных задач на развитие научного мышления, использование наглядного материала (фото, видео) и реального учебного эксперимента.

**Алгоритм выполнения**

1. Читаем задание полностью

2. Подчеркиваем условия задачи

3. Нумеруем все вопросы

4. Устанавливаем взаимосвязь между описанными явлениями, выясняем суть эксперимента

5. Делаем вывод

6. Записываем ответ

**5. Задания для закрепления по темам линии 23**

1. Какие изменения произошли с эритроцитом в пробирке А? Какие изменения произошли с эритроцитом в пробирке Б? Объясните данное явление. Раствор какой концентрации NaCl был добавлен в пробирку на рис. А, а какой  — в пробирку на рис. Б?

Экспериментатор решил исследовать изменения, происходящие с эритроцитами, помещёнными в растворы с различной концентрацией хлорида натрия (NaCl). В рамках эксперимента он распределил кровь по двум пробиркам, в каждую из которых добавил растворы NaCl с различной концентрацией в соотношении 1 : 1 (на 1 мл крови  — 1 мл раствора NaCl). По результатам наблюдений экспериментатор сделал рисунки эритроцитов А и Б.

**Пояснение.**

1.  Эритроцит на рис. А сморщился. Эритроцит на рисунке Б надулся и стенки клетки разорвались.

2.  Изменение на рис. А связано с потерей воды эритроцитом. Вода поступила из эритроцита в раствор по закону диффузии (осмоса).

3.  Изменение на рис. Б связано с поступлением воды в эритроцит. Вода поступила в эритроцит по закону диффузии (осмоса).

4.  В пробирку А был добавлен раствор с концентрацией NaCl больше 0,9% (гипертонический раствор), в пробирку Б  — раствор с концентрацией соли меньше 0,9% (гипотонический раствор)

2. Объясните результаты эксперимента. Почему в пробирке раствор не поменял цвет на сине-фиолетовый?

Экспериментатор решил исследовать активность фермента амилазы в зависимости от реакции среды. В пробирку он прилил раствор крахмала и раствор фермента. После в пробирку он внес буферный раствор с рН=8. Затем пробирки поместил в термостат и добавил 1 каплю раствора йода. В результате в пробирке наблюдалось бледно-желтое окрашивание.

**Пояснение.**

1.  Амилаза слюны расщепляет (гидролизует) крахмал в щелочной среде.

2.  Йод реагирует с крахмалом, вызывая сине-фиолетовое окрашивание (йодокрахмальная проба).

3.  В пробирке с щелочной реакцией среды амилаза была активна и полностью расщепила крахмал.

4.  Поэтому при добавлении йода сине-фиолетового окрашивания не было (бледно-желтый цвет дал разбавленный раствор йода).

3. Как зависит частота сердечных сокращений от концентрации ионов кальция в растворе? Какой эффект можно наблюдать, если в культуру дафний, взятых из пруда, добавить ацетилхолин? (Считать реакцию сердца дафнии на химические вещества аналогичной реакции человека). Ответ поясните.

Экспериментатор провел эксперимент с дафниями в целях изучения работы сердца. Для этого он взял культуру дафний из пруда и поместил их в растворе с восходящей концентрацией хлорида кальция. Результаты эксперимента показаны в таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Вода из пруда | Раствор, концентрация ионов кальция (г/л) |
| 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| ЧСС/10 минут | 250 | 293 | 347 | 412 | 432 |

**Пояснение.**

1.  При увеличении концентрации ионов кальция в растворе ЧСС увеличивается (при уменьшении концентрации ионов кальция ЧСС уменьшается).

2.  ЧСС у дафний будет уменьшаться при добавлении ацетилхолина.

3.  Ацетилхолин  — нейромедиатор, подавляющий ЧСС сердечной мышцы.

 4. Исходя из функции эритроцитов в крови, объясните наблюдаемое изменение параметра крови. Какие изменения органов сердечно-сосудистой системы и крови происходят у спортсменов?

|  |  |
| --- | --- |
| **Забор крови** | **Количество эритроцитов, млн/мм3** |
| Первый | 5,5 |
| Второй | 7,2 |
| Третий | 8,1 |

Ученый провел эксперимент со спортсменами-добровольцами, осуществлявшими подъём в гору в два этапа. У группы спортсменов трижды осуществляли забор крови: первый раз на высоте 500 м, второй раз  — через три недели проживания в горной деревне на высоте 2135 м над уровнем моря, третий раз  — после второго этапа  — восхождения на высоту 4050 м. В анализах оценивали количество эритроцитов во всех образцах крови (см. таблицу).

**Пояснение.**

1.  С увеличением высоты над уровнем моря парциальное давление кислорода (концентрация кислорода) в воздухе уменьшается.

2.  Для компенсации кислородного голодания (гипоксии) количество эритроцитов в крови увеличивается.

3.  Развитие силы и выносливости сердечной мышцы (укрепление стенок сосудов).

4.  Увеличение количества эритроцитов и гемоглобина для лучшего усвоения кислорода из разреженной атмосферы на больших высотах.

 5. Как, согласно графику, влияет степень тренированности мышц на количество лактата (молочной кислоты), образующегося при их работе? Почему лактат (молочная кислота) образуется в мышцах при длительной нагрузке? Ответ поясните.

Экспериментатор решил изучить процесс работы мышц у домовой мыши (*Mus musculs*). Для этого он исследовал состояние мышц тренированных и нетренированных мышей подвергая их одинаковым нагрузкам. Результаты эксперимента показаны на графике.

**Пояснение.**

1.  У тренированной мыши скорость накопления (количество) лактата (молочной кислоты) ниже, чем у нетренированной (или наоборот).

2.  При длительной нагрузке в мышцах возникает недостаток кислорода (мышцы испытывают гипоксию).

3.  Мышцы переходят на анаэробный (бескислородный) метаболизм (молочнокислое брожение).

4.  В ходе анаэробного метаболизма образуется лактат.

6. Какая длина световой волны оптимальна для фотосинтеза у элодеи? Ответ поясните, опираясь на результаты эксперимента. Какую роль играет свет в процессе фотосинтеза? Как изменится уровень воды в трёх пробирках, если сильно повысить уровень углекислого газа? Объясните, почему произойдёт изменение.

Ученым был проведен эксперимент с водным растением элодеей. В три конические воронки помещались по 10 одинаковых веточек этого растения. Воронки погружались на дно трех аквариумов, поверх воронок устанавливались пробирки с водой, как показано на рисунке. Каждый аквариум освещался в течение 1 ч светом определенной длины волны (420 нм, 550 нм и 670 нм), после чего измерялся уровень воды в пробирках. Результаты приведены в таблице.



|  |  |
| --- | --- |
| **Длина световой волны, нм** | **Уровень воды в пробирке, см** |
| 420 | 16,5 |
| 550 | 18,3 |
| 670 | 15,8 |

**Пояснение.**

1.  Оптимальная длина световой волны для фотосинтеза у элодеи  — 670 нм.

2.  Чем интенсивнее идёт фотосинтез, тем больше кислорода выделяется растением.

3.  При длине световой волны в 670 нм объём кислорода в пробирке был максимальным (уровень (объём) воды в пробирке был минимальным).

4.  Свет возбуждает хлорофилл в световой фазе фотосинтеза, в результате происходит выделение электронов, которые участвуют в синтезе энергетических молекул.

5.  Скорость фотосинтеза зависит от концентрации углекислого газа. Чем больше углекислого газа, тем больше кислорода выделиться, тем ниже вода опустится во всех трёх пробирках.

7. Как влияет колхицин на деление клеток домовой мыши? На какие структуры клетки действует колхицин? Как используется колхицин в биотехнологии растений?

Экспериментатор решил изучить деление клеток, выделенных из организма домовой мыши. Для этого он измерял количество клеток в культуре с добавлением вещества колхицина. Результаты эксперимента представлены на графике.



**Пояснение.**

1.  При добавлении колхицина скорость деления клеток домовой мыши снизилась.

2.  Колхицин разрушает веретено деления клетки (разрушает микротрубочки в клетке, препятствует сборке микротрубочек в клетке; препятствует сборке микротрубочек).

3.  В результате расхождение хромосом прекратилось (не происходит деление клеток или цитокинез).

4.  Колхицин в биотехнологии растений используют для получения полиплоидов. При обработке колхицином растений их половые клетки сохраняют полный набор хромосом.

8. Почему при увеличении количества добавляемой перекиси свыше 2000 мкл не наблюдается увеличение скорости протекания реакции, катализируемой пероксидазой? Как изменятся результаты эксперимента, если перед его началом корень вымачивать в концентрированной уксусной кислоте в течение нескольких дней? Ответ поясните.

Для изучения активности фермента пероксидазы, расщепляющей перекись водорода, ученый провёл эксперимент с корнем хрена. Для этого он нарезал корень на кусочки массой по 1 грамму. Затем на каждый кусочек он добавил 3% перекись водорода в различном объёме. Результаты эксперимента представлены на графике.

**Пояснение.**

1.  Ограничено количество пероксидазы в клетках растения (все молекулы фермента задействованы)

2.  Реакция протекать не будет.

3.  Пероксидаза является ферментом, поэтому при выдерживании в уксусной кислоте будет происходить его денатурация.

9. Действию какого отдела вегетативной нервной системы аналогично действие адреналина? Как действует адреналин на организм? Укажите три функции.

Экспериментатор решил изучить работу сердца амфибии. Для этого он выделил сердце травяной лягушки, поместил его в физиологический раствор и измерил нормальную силу его сокращения. Затем он добавил в раствор адреналин и измерил силу сокращения ещё раз. Результаты эксперимента представлены на графике.



**Пояснение.**

1.  Симпатического отдела.

2.  Адреналин приводит к увеличению сердечного выброса (увеличению силы сокращения сердца; увеличению частоты сердечных сокращений, увеличению минутного объёма крови).

3.  Адреналин сужает кровеносные сосуды внутренних органов (расширяет стенки сердца, повышает артериальное давление).

4.  Адреналин расширяет зрачки.

10. Почему в ходе эксперимента изменилась масса фрагмента клубня в 10% растворе поваренной по сравнению с изначальной? Объясните, почему при замене картофеля на кусочки древесной пробки в 10% растворе их масса не уменьшилась.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Изначальная масса фрагмента клубня (г) | Масса фрагмента клубня, выдержанного в дистиллированной воде (г) | Масса фрагмента клубня, выдержанного в 10% растворе поваренной соли (г) |
| 20 | 23,5 | 18 |

Ученый провел эксперимент с фрагментами клубня картофеля. Равные по размеру и массе фрагменты картофеля он поместил в две емкости. Одну емкость он заполнил дистиллированной водой, а другую —10% раствором поваренной соли. После выдерживания образцов в жидкостях в течение 3 часов, он снова их взвесил. Результаты взвешивания приведены в таблице.

**Пояснение.**

1.  Под действием осмотических сил вода диффундирует (перемещается) из области с меньшей концентрацией соли в область с большей концентрацией (в сторону гипертонического раствора).

2.  Масса фрагмента картофеля уменьшилась, т. к. вода вышла из клеток клубня.

3.  Клетки пробки являются мертвыми.

4.  Осмотические явления можно наблюдать только в живых клетках.

11. Почему в ходе эксперимента изменяется объем живой части клетки (протопласта)? Изменится ли объем живой части клетки (протопласта), если в эксперименте вместо 10% раствора поваренной соли (хлорида натрия) использовать раствор с равной протопласту концентрацией соли? Ответ поясните.

Ученый провел эксперимент с клетками эпидермиса листа тюльпана. Клетки помещались в 3%, 7% и 10% раствор поваренной соли (хлорида натрия). Ученый зарисовал строение клеток через две минуты от начала эксперимента. Результаты изображены на рисунках.



**Пояснение.**

1.  Под действием осмотической силы вода диффундирует (перемещается) из области с меньшей концентрацией соли в область с большей концентрацией (в сторону гипертонического раствора).

2.  Вода выходит из клетки (происходит плазмолиз, объем протопласта уменьшается). Объем живой части клетки уменьшится.

3.  Внешний раствор будет соответствовать по концентрации соли клеточному раствору (изотонический раствор).

4.  Осмотическое давление не возникает (поступление воды в клетку будет уравновешено ее оттоком из клетки).

12. В каком из листьев крахмала будет меньше? Ответ поясните. Почему через три дня концентрация кислорода в колбе значительно возрастет?

Экспериментатор решил изучить процесс фотосинтеза. Он взял ветку растения с листьями. Лист № 1 он поместил в герметичную колбу, концентрация углекислого газа в которой была в 10 раз выше по сравнению с атмосферой, лист № 2 находился в естественных условиях. Через три дня экспериментатор измерил количество крахмала в листьях.



**Пояснение.**

1.  Количество крахмала в листе № 2 будет меньше.

2.  Углекислый газ потребляется в процессе фотосинтеза;

3.  При избытке углекислого газа образование крахмала (процесс фотосинтеза) идет интенсивнее.

4.  Кислород выделяется в процессе фотосинтеза.

13. За счёт чего менялась масса образцов? Почему результаты эксперимента могут быть недостоверными, если известно, что в термостатах была разная влажность воздуха? Предположите, при какой температуре выдерживался образец 3. Ответ обоснуйте. Как зависят массы образцов от температур, в которых они выдерживались?

Ученый провел эксперимент с ветками липы. Для этого он срезал три молодые ветки, на каждой из которых было 10 листьев примерно одинаковой площади. Ученый поместил каждую ветку в отдельную колбу с 200 мл воды, после чего аккуратно налил растительное масло на водную поверхность для предотвращения испарения. Каждый образец (колбу с веткой) он взвесил и поставил в отдельные термостаты (температурные шкафы), в которых поддерживались температуры 10, 20 и 30 градусов. Влажность в термостатах на момент эксперимента поддерживалась на уровне 60%. Через 1 час ученый повторно взвесил и определил величину, на которую уменьшилась масса каждого образца. Он занес данные в таблицу, но не подписал, какой результат при каком условии был получен.

|  |  |
| --- | --- |
| Номер образца | Уменьшение массы, г |
| 1 | 5,4 |
| 2 | 7,9 |
| 3 | 1,2 |

**Пояснение.**

1.  Масса менялась за счёт потери воды.

2.  Скорость транспирации зависит от влажности воздуха. Чем выше влажность, тем ниже скорость испарения воды. Чтобы получить достоверное данные о зависимости массы от температуры, необходимо обеспечить одинаковые условия.

3.  Образец 3 выдерживался при температуре 10 градусов.

4.  При температуре среды 10 градусов низкая интенсивность транспирации у растения.

5.  При низкой температуре среды происходит минимальная потеря массы образца (при высокой температуре среды происходит максимальная потеря массы образца).

14. Сформулируйте вывод о воздействии экдизона на превращение гусениц на основе эксперимента. Перечислите три морфологических изменения, которые происходят в ходе метаморфоза у бабочек.

Экспериментатор решил изучить процесс влияния экдизона на гусениц. Для этого он брал по 20 гусениц в последней стадии развития, вводил им в брюшко различное количество экдизона, и считал гусениц, сформировавших куколку в течение 3 часов. Результаты эксперимента приведены в таблице.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество введённого экдизона (нМ) | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Число окуклившихся особей | 0 | 0 | 20 | 19 | 20 |

**Пояснение.**

1.  Действие экдизона в количестве выше 20 нМ и выше вызывает активацию превращения насекомого (метаморфоз; окукливание).

2.  Действие экдизона в меньших концентрациях не вызывает эффекта. Пороговое значение концентрации экдизона лежит в пределах от 15 до 20 нМ.

3.  Формируются крылья.

4.  Формируется сосущий ротовой аппарат (у гусеницы грызущий).

5.  Формируются сложные глаза (оформляется половая система).

15. Предположите, у мышей из какой группы концентрация солей в моче была выше. Ответ поясните. Почему у мышей из экспериментальной группы концентрация собственного вазопрессина будет понижена? Как изменится объём формируемой мочи при инъекции кофеина в организм, если известно, что он блокирует выделение вазопроссина?

Экспериментатор решил изучить процесс образования мочи у домовой мыши (*Mus musculus*). Для этого он измерял количество мочи, образуемой у контрольной группы мышей. Параллельно он измерял количество мочи у экспериментальной группы мышей, которым он вводил в кровь вазопрессин. Результаты эксперимента представлены в таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Группа** | **Контрольная группа** | **Экспериментальная группа** |
| Объём мочи (мл/сутки) | 0,9 | 0,031 |

**Пояснение.**

1.  В экспериментальной группе мышей объём мочи был ниже.

2.  При уменьшении объёма мочи в ней уменьшается объём воды, но возрастает концентрация солей.

3.  Введение дополнительного вазопрессина снижает выработку собственного.

4.  Концентрация вазопрессина регулируется по механизму отрицательной обратной связи.

5.  Вазопрессин стимулирует обратное всасывание воды в почках, при его блокировке кофеином моча в меньшей степени реабсорбируется и мочи формируется больше.

16. Объясните, почему сосуд в эксперименте должен быть строго герметичным. В результате какого процесса выделяется кислород? При какой минимальной интенсивности освещения экспериментатор зафиксировал максимальную продуктивность растения? Ответ поясните. Почему при дальнейшем увеличении освещенности продуктивность растения не изменяется?

Ученый провел эксперимент с растением. Для этого он поместил растение в герметичный сосуд. В течение продолжительного времени он измерял количество вырабатываемого кислорода при различном освещении. Результаты эксперимента приведены в таблице.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Освещение (усл. ед.) | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 |
| Количество вырабатываемого кислорода (мл/ч) | 10 | 30 | 45 | 50 | 50 | 50 | 50 |

**Пояснение.**

1.  Герметичный сосуд позволяет обеспечивать постоянный газовый состав воздуха.

2.  Кислород выделяется при фотосинтезе (фотолизе воды).

3.  Максимальная продуктивность будет достигнута при освещении в 400 усл. ед.

4.  После 400 усл. ед. количество вырабатываемого кислорода перестает расти.

5.  Продуктивность растения не изменяется, так как в клетках ограничено количество хлорофилла (ферментов, хлоропластов).

17. Объясните результаты эксперимента. Как изменения температуры влияет на колонию бактерий? С чем могут быть связаны эти изменения?

Экспериментатор решил изучить влияние температуры на колонию бактерий. Колонию бактерий он выращивал на питательных средах. В ходе эксперимента экспериментатор изменял температуру и результаты эксперимента зафиксировал в виде графика (рис. А).



**Пояснение.**

1.  В ходе исследования экспериментатор повышает температуру от 20 до 40 °C.

2.  При повышении температуры от 20 до 35 °C показатели вертикальной оси растут, это свидетельствует об увеличении числа бактерий. При достижении 36 °C график достигает максимальной точки и при дальнейшем увеличении температуры количество бактерий уменьшается.

3.  Увеличение температуры от 20 до 35 °C ведёт к ускорению метаболизма бактерий ИЛИ ускорению ферментативных реакций. Как результат ускоряется процесс размножения ИЛИ деления клеток.

4.  При 36 °C достигается максимальная скорость метаболизма. При дальнейшем увеличении температуры численность бактерий снижается.

5.  Снижение численности обусловлено тем, что белки клеток начинают денатурировать и бактерии погибают.

18. Что такое антиген и антитело? Какую реакцию организма экспериментатор наблюдал в ходе исследования? Почему наблюдается разница между результатами первого и второго введения антигена в организм?

Экспериментатор изучал динамику образования антител. В ходе эксперимента он дважды в течение трёх месяцев вводил по 1 мл раствора с антигеном лабораторной мыши и вёл наблюдения. Спустя 40 суток после введения первой дозы раствора с антигеном, экспериментатор зафиксировал результаты на графике (рис. А). На 60-е сутки он ввёл вторую дозу антигена той же мыши и финальные результаты так же зафиксировал в виде графика (рис. Б).



**Пояснение.**

1.  Антиген  — чужеродное вещество, попадание которого вызывает выработку антител в организме.

2.  Атитело  — белок плазмы крови, предназначенные для нейтрализации патогена (антигена).

3.  В ходе исследования экспериментатор наблюдал иммунный ответ ИЛИ иммунную реакцию. При иммунном ответе на попадание в организм антигена выделяются антитела.

4.  Различие динамики образования антител объясняется тем, что после первичного введения антигена в иммунной системе формируются лимфоциты, несущие память о данном антигене.

5.  После повторной встречи с этим же антигеном лимфоциты с памятью быстро размножается и интенсивно включают процесс формирования антител, которые вырабатываются быстрее и в большем количестве.

19. Как называется метод, используемый исследователем? Из молекул воды или углекислого газа атомы кислорода попадают в молекулы кислорода? В какой фазе фотосинтеза происходит образование кислорода? В какой части хлоропласта протекает данная фаза? Образуется ли кислород в растениях в темноте?

Исследователь решил установить, откуда атомы кислорода попадают в молекулы кислорода при фотосинтезе — из молекул воды или из молекул углекислого газа. В эксперименте он снабжал растения водой и углекислым газом, содержащими изотоп кислорода 18О и анализировал наличие 18О в выделяемом растением кислороде. При снабжении растения водой, содержащей изотоп 18О, выделяемые молекулы кислорода содержали изотоп 18О, тогда как при снабжении растения углекислым газом с изотопом 18О образующийся кислород не имел изотопа 18О.

**Пояснение.**

1.  Метод меченых атомов.

2.  Из молекул воды.

3.  В световой фазе.

4.  На мембранах тилакоидов/на гранах.

5.  Нет, не образуется.

20. Сформулируйте вывод по результату эксперимента. Какие факторы необходимы для прорастания семян фасоли? Назовите не менее трех.

Экспериментатор решил установить влияние температуры на скорость роста корня растения. Он отобрал 24 проросших семени фасоли с корнем и разделил на несколько групп. У каждого семени фасоли экспериментатор замерил длину корня и записал — наименьшего и наибольшего в группе. Каждую группу он обернул влажной марлей и поместил в места с разной температурой: 8−10, 14−16, 22−24 °C. Через три дня экспериментатор измерил корни всех семян фасоли и результаты представил в таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Группы семян фасоли**  | **Температура в камере,****в °C** | **Среднее увеличение размера****корня за три дня, в см** |
| 1 группа  | 8−10 | 0,6 |
| 2 группа  | 14−16 | 1,9 |
| 3 группа  | 22−24 | 3,2 |

**Пояснение.**

1.  При повышении температуры скорость роста корня происходит быстрее.

2.  Наличие кислорода.

3.  Наличие воды.

4.  Наличие тепла.

21. Почему при увеличении концентрации углекислого газа свыше 0,1% скорость фотосинтеза не растёт? Как изменится скорость фотосинтеза, если сильно снизить температуру в теплице? Объясните, почему произойдёт изменение. Какую роль играет углекислый газ в процессе фотосинтеза?

Учёный изучал влияние различных экологических факторов на процесс фотосинтеза. Свой эксперимент исследователь проводил в специальной теплице, где были высажены 300 растений томата сорта Шапка Мономаха. В герметичную теплицу с определённой периодичностью закачивался углекислый газ разной концентрации. С помощью датчиков учёный фиксировал показатели скорости фотосинтеза, которые приведены на графике ниже.



**Пояснение.**

1.  Скорость фотосинтеза лимитируется другими факторами (освещённостью, скоростью накопления АТФ, количеством ферментов световой и темновой фазы и др.).

ИЛИ

1.  В клетке ограничено количество ферментов (хлоропластов, хлорофилла).

ИЛИ

1.  Это результат проявления закона лимитирующего (ограничивающего) фактора.

2.  Скорость фотосинтеза понизится.

3.  При понижении температуры активность ферментов понизится.

4.  Углекислый газ фиксируется в темновой фазе фотосинтеза (цикле Кальвина) и составляет основу для формирования углеводов.

ИЛИ

4.  Углекислый газ используется для синтеза глюкозы.

ИЛИ

4.  Углекислый газ  — источник углерода для синтеза органических веществ (глюкозы).

22. Как изменится скорость выделения углекислого газа, если понизить температуру с 25 °C до 10 °C? Объясните почему. Почему скорость выделения углекислого газа в колбе Б выше? Объясните, каково значение процесса дыхания для роста массы клеток в данных условиях.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**



Экспериментатор изучал влияние условий выращивания культуры растительных клеток, способных питаться гетеротрофно и находящихся в жидкой питательной среде, на процессы обмена веществ. В одинаковые колбы А и Б он поместил одинаковые клетки в одинаковой питательной среде. В колбу А он налил большое количество культуры клеток и закрыл плотной крышкой, а в колбу Б он налил небольшое количество культуры клеток и закрыл ватной пробкой. Обе колбы во время эксперимента находились в темноте, содержимое постоянно перемешивалось. Экспериментатор установил, что скорость выделения углекислого газа в колбе А в пересчёте на биомассу в течение всего эксперимента была ниже, чем в колбе Б. Измерения плотности клеток в среде указаны на графике.

**Пояснение.**

1.  При понижении температуры скорость выделения углекислого газа понизится.

2.  Так как скорость ферментативных реакций при понижении температуры уменьшается.

3.  Скорость выделения углекислого газа в колбе Б выше, так как скорость дыхания, при которой образуется углекислый газ, зависит от количества кислорода.

4.  В колбе Б изначально больше воздуха, а значит, и кислорода.

5.  В колбе Б возможен дополнительный приток кислорода через ватную пробку.

6.  В процессе дыхания происходит окисление органических веществ, в результате чего выделяющаяся энергия запасается в виде АТФ и в дальнейшем используется в процессах синтеза органических веществ, что ведёт к делению клеток и росту массы.

23. Объясните, какие вещества, содержавшиеся в колбе, помимо, предположительно, выделяемых хлореллой регуляторных веществ, могли положительно повлиять на рост пшеницы? Какова роль этих веществ в метаболизме клеток растения?

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор предположил, что некое неизвестное ему регуляторное вещество, синтезируемое клетками одноклеточной водоросли хлореллы, положительно влияет на рост и развитие растений. Для проверки своей гипотезы он выращивал водоросль в колбах с жидкой питательной средой, содержащей все необходимые для водоросли вещества, в течение недели, после чего поливал содержимым колб растения пшеницы, высаженные в поле. В качестве контроля использовался полив водопроводной водой. Результаты эксперимента изображены на графике.



**Пояснение.**

1.  Компоненты питательной среды могли послужить удобрением для растений.

2.  Источники азота необходимы для построения молекул белков (аминокислот) и нуклеиновых кислот (ДНК, РНК, нуклеотидов).

3.  Источники калия необходимы для поддержания осмотического давления;

4.  Источники фосфора необходимы для построения молекул нукле-иновых кислот (ДНК, РНК, нуклеотидов) И/ИЛИ фосфолипидов.

5.  Многие макро- и микроэлементы необходимы для работы ферментов.

6.  Биомасса хлореллы (входящие в состав клеток органические вещества) могла послужить источником азота и других элементов после разложения почвенными бактериями.

24. Почему при увеличении концентрации удобрений в воде скорость зарастания постепенно уменьшается? Какие параметры необходимо контролировать в данном эксперименте? Ответ поясните.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Учёный изучал влияние различных антропогенных факторов на процесс цветения воды в водоёме. Для этого исследователь взял образец воды из пруда, добавил туда удобрения в разных концентрациях и поместил эти растворы в чашки Петри. Через 1 месяц учёный оценил степень зарастания воды микроскопическими водорослями в условных единицах. Результаты исследования он нанёс на график.



**Пояснение.**

1.  Зарастание чашки Петри  — это увеличение численности популяции одноклеточных водорослей в ней.

2.  Чем больше численность водорослей, тем больше конкуренция между ними.

3.  Необходимо контролировать температуру и освещённость (должны быть указаны оба параметра, указание концентрации углекислого газа не считать верным, поскольку в описании эксперимента указано, что вода была взята из одного водоёма).

4.  Температура и освещённость влияют на скорость фотосинтеза и, следовательно, на скорость роста/размножения одноклеточных водорослей.

25. Предположите, что учёный использовал в качестве контрольной группы в данном эксперименте? Как вы считаете, должно ли быть количество посаженных в пробирку самцов и самок дрозофилы одинаковым или это не обязательно? Поясните свой ответ.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Учёный изучал пищевые предпочтения мух вида *Drosophila melanogaster*. Для этого он приготовлял по 5 пробирок с разными вкусовыми добавками, в остальном состав корма был одинаковым. Затем учёный сажал мух в пробирки и считал количество куколок на стенках пробирок через 10 дней после посадки мух. Результаты учёный занёс в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Арбуз** | **Груша** | **Виноград** | **Персик** | **Апельсин** | **Контроль** |
| Среднее количество куколок в пробирке | 46,6 | 58,0 | 46,6 | 50,2 | 71,4 | 68,4 |

**Пояснение.**

1.  В качестве контрольной группы использовались пробирки с кормом, в который не добавлялись никакие добавки.

2.  Количество самок в пробирках обязательно должно быть одинаковым, поскольку чем больше самок, тем больше яиц будет отложено мухами (и тем больше куколок получится в итоге).

3.  Количество самцов тоже должно быть одинаковым, поскольку их присутствие (численность) может влиять на поведение самок.

ИЛИ

Количество самцов можно соблюдать не так строго, поскольку достаточно одного самца, чтобы оплодотворить всех самок.

26. Как зависит частота сердечных сокращений дафний от концентрации ионов кальция в растворе? Какой тип кровеносной системы характерен для дафнии? Какой эффект можно наблюдать, если в культуру дафний, взятых из пруда, добавить ацетилхолин? (Считать реакцию сердца дафнии на химические вещества аналогичной реакции человека.) Ответ поясните.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор провёл эксперимент с дафниями в целях изучения работы сердца. Для этого он взял культуру дафний (*Daphnia pulex*) из пруда и поместил их в растворы с восходящей концентрацией хлорида кальция. Результаты эксперимента показаны в таблице.

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Раствор, концентрация ионов кальция (г/л)** |
| 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |
| Частота сердечных сокращений /10 минут | 293 | 347 | 412 | 432 |

**Пояснение.**

1.  При увеличении концентрации ионов кальция в растворе ЧСС увеличивается (при уменьшении концентрации ионов кальция ЧСС уменьшается).

2.  Дафнии  — ракообразные, для них характерная незамкнутая кровеносная система.

3.  ЧСС у дафний будет уменьшаться при добавлении ацетилхолина.

4.  Ацетилхолин  — нейромедиатор, подавляющий ЧСС сердечной мышцы.

27. Какие функции выполняют микроорганизмы в рубце жвачных животных? Приведите не менее двух примеров. Почему добавление серы в рацион привело к изменениям, показанным в таблице?

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Масса инфузорий в рубце жвачных животных может достигать 2 кг. Ученый изучал количество инфузорий в рубце коровы до и после использования кормовой добавки в виде сульфата натрия. Результаты приведены в таблице.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Количество инфузорий** | **Проба 1** | **Проба 2** | **Проба 3** | **Проба 4** | **Проба 5** |
| До добавления добавки | 3345 | 3625 | 3764 | 3652 | 3786 |
| После добавления добавки через месяц | 6580 | 6620 | 6580 | 6790 | 6790 |

**Пояснение.**

1.  У животных отсутствует фермент, который расщепляет целлюлозу в клеточных стенках растений.

2.  Животные питаются растительной пищей.

3.  Микроорганизмы в рубце  — симбионты: способны вырабатывать фермент, расщепляющий клетчатку в клеточных стенках съедаемой пищи.

4.  Микроорганизмы подвергают корм механической обработке.

5.  Микроорганизмы разрыхляют, измельчают корм.

6.  Микроорганизмы образуют витамины.

7.  Сера входит в состав аминокислот, белков. В рубце именно ферменты (белки) выполняют функцию расщепления целлюлозы.

28. В описанном эксперименте хлоргексидин диффундирует из фильтровальной бумаги в среду, в которой растут бактерии. Предположите, возможно ли стерилизовать поверхность чистым раствором хлоргексидина минимальной из использованных в эксперименте концентраций (0,01 %). Объясните свой ответ.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Ученица 10 класса изучала влияние хлоргексидина (распространённый антибактериальный агент) на рост бактерий. Она помещала пропитанные раствором хлоргексидина диски из фильтровальной бумаги в чашки Петри, на которые были посеяны бактерии кишечной палочки сплошным «газоном». После инкубирования в течение ночи, измерялся размер зоны, не занятой бактериями, вокруг фильтровальной бумаги (зона ингибирования). По результатам ученица построила график.



Концентрация хлоргексидина, %

**Пояснение.**

1.  Да, минимальной концентрации в чистом растворе достаточно.

2.  Зона ингибирования при минимальной концентрации не нулевая (есть зона, где бактерии погибают).

3.  Значит, даже при минимальной концентрации в среде оказывается достаточно хлоргексидина для гибели бактерий.

29. Как вы считаете, как изменилось бы время порчи яйца, если бы контейнеры лежали не в холодильнике, а при комнатной температуре? Объясните, почему была бы именно такая разница? Почему чеснок задержал порчу яйца сильнее всего?

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Ученица 10 класса изучала эффективность различных фитонцидов (антибактериальных веществ, выделяемых растениями). Она размещала одинаковое по массе количество частей растений в пластиковые контейнеры. В э ти ж е контейнеры она добавляла очищенное от скорлупы варёное яйцо. Все контейнеры содержались в холодильнике. Замерялось количество дней до появления первых чёрных точек на поверхности яйца (дни до появления первых признаков) и количество дней до полного покрытия яйца чёрным (дни до полного гниения). Результаты приведены в таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Источник фитонцидов** | **Дней до появления первых признаков** | **Дней до полного гниения** |
| Контроль | 3 | 6 |
| Чеснок | 7 | 10 |
| Лук | 6 | 9 |
| Хвоя сосны | 5 | 8 |
| Хрен | 5 | 8 |
| Лимон | 5 | 8 |

30. Как можно объяснить полученные в эксперименте закономерности? Приведите примеры еще двух физических воздействий, которые имеют такое же влияние на организм. Как называется метод селекции, в котором используются такие физические воздействия? Какие преимущества имеет этот метод?

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор изучал влияние рентгеновского излучения на организм дрозофил. Для этого он подвергал облучению разными дозами популяции дрозофил численностью по 1000 особей. Результаты эксперимента отражены на графике.



**Пояснение.**

1.  При повышении дозы излучения частота летальных мутаций увеличивается.

2.  Рентгеновское излучение обладает мутагенным действием, так как повреждает структуру ДНК (повышает частоту мутаций в популяции, часть из которых оказываются летальными).

3.  Ультрафиолетовые лучи ИЛИ гамма-излучение (альфа–излучение, бета–излучение, другие виды ионизирующего (радиоактивного) излучения).

4.  Температура.

5.  Индуцированный (искусственный) мутагенез.

6.  Среди индуцированных мутаций могут оказаться полезные для человека (повышающие продуктивность растений и микроорганизмов), подвергающиеся искусственному отбору.

31. Каким образом понижение гематокрита повлияет на дыхательную функцию крови? Как изменится интенсивность клеточного метаболизма в таком случае? Ответы поясните.

Произвели заброску альпинистов на в тур. базу на высоте 4000 метров. У альпинистов измеряли уровень гематокрита\* до заброски и после того, как альпинисты 7 дней жили на тур. базе.

\**Гематокрит*  — процентное содержание эритроцитов относительно жидкой части крови.

Результаты исследования представлены в таблице.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Альпинист №** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| гематокрит до заброски, % | 40 | 41 | 40 | 42 | 42 |
| гематокрит после заброски через 7 дней, % | 42 | 43 | 44 | 44 | 45 |

**Пояснение.**

1.  Снижение уровня гематокрита повлияет на дыхательную функцию крови отрицательно (негативно).

2.  Поскольку эритроциты транспортируют кислород клеткам и углекислый газ от клеток.

3.  При уменьшении относительного объёма эритроцитов в крови снабжение клеток кислородом будет ухудшаться так же, как и введение из них углекислого газа.

4.  На клеточном уровне интенсивность обмена веществ снизится.

5.  Поскольку будет наблюдаться дефицит кислорода, необходимого для клеточного дыхания происходящего в митохондриях.

6.  В ходе клеточного дыхания выделяется АТФ являющаяся источником энергии для пластического обмена в клетке, следовательно, из-за дефицита кислорода возникнет дефицит АТФ, что приведёт к снижению интенсивности метаболизма.

32. Какое биологическое явление демонстрирует данный эксперимент, какова роль этого явления в эволюции? Для гаплоидных или диплоидных организмов это явление будет более значимым? Ответ поясните.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор решил изучить влияние рентгеновского излучения на организм дрозофилы. Для этого он облучал популяции из 1000 мух разными дозами рентгеновского излучения. Результаты эксперимента показаны на графике.



**Пояснение.**

1.  Рентгеновское излучение  — мутоген, который вызывает изменение в генах. Данные эксперимент иллюстрирует явление наследственной мутационной изменчивости.

2.   Мутационная изменчивость  — наследственная изменчивость, при которой происходят случайные изменения в наследственной информации или изменения, вызванные действием на организм мутагенов. В результате мутационной изменчивости возникают мутации.

3.  Мутационная изменчивость создаёт материал для естественного отбора. Мутации бывают полезные, вредные, нейтральные.

4.  При полезных мутациях возникает потомство с новыми признаками, которые вследствие естественного отбора могут закрепить в популяции и как результат привести к образованию новых видов. В случае вредных мутаций, нежизнеспособные особи будут отсеиваться из популяций, погибая.

5.  Это явление более значимо для гаплоидных организмов.

6.  У гаплоидных организмов одинарный набор хромосом, поэтому мутация ведёт к изменениям гена и проявлению признака. У организмов с диплоидным набором хромосом у каждого гена есть копия. Если в одном гене хромосомы возникает мутация, то в гомологичной хромосоме ген останется прежним. Таким образом, вероятность проявления признака при мутации у диплоидного организма ниже.

33. Как ещё можно инактивировать фермент, помимо добавления ингибиторов? Объясните, из-за чего происходит инактивация фермента. Предложите не менее двух способов инактивации.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Учёный изучал влияние различных веществ на активность фермента уреазы. В качестве источника уреазы он использовал семена арбуза. Семена растирались в ступке, после чего к ним добавлялся буферный раствор, и эта смесь перемещалась в пробирки. В пробирки добавлялся субстрат фермента уреазы (мочевина) и индикатор рН фенолфталеин (при протекании реакции в пробирке меняется рН). Помимо этого, в пробирки добавлялись различные вещества — претенденты на роль ингибиторов и определялось, изменился ли рН через 20 минут реакции. Результаты эксперимента учёный занёс в таблицу.

|  |  |
| --- | --- |
| **Вещество** | **Прошла ли реакция** |
| отвар зелёного чая | да |
| фторид натрия | да |
| хлорид натрия | да |
| нитрат серебра | нет |
| пероксид водорода | да |
| сульфат никеля | да |
| ацетат свинца | нет |

**Пояснение.**

1.  Можно нагреть (прокипятить) пробирку с ферментом.

2.  Можно добавить кислоту или основание так, чтобы сильно изменился рН раствора.

3.  При этом нарушается трёхмерная структура белка (белок денатурирует).

4.  Из-за чего активный центр перестаёт связываться с субстратом.

34. У экспериментатора получилось, что измеренная его способом калорийность не совпала с указанной на упаковке. Предположите, почему так могло получиться. Каким цифрам стоит доверять при определении калорийности продукта — измеренным путём сжигания или указанным на упаковке? Поясните свой ответ.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Учёный изучал калорийность различных зерновых продуктов. Для этого определённое количество продукта помещалось в специальный держатель и поджигалось. Количество выделенной энергии определялось по изменению температуры воды в стакане, размещённом непосредственно над горящим продуктом. Измеренная калорийность приведена в таблице ниже.

|  |  |
| --- | --- |
| **Продукт** | **Энергия сгорания, ккал/100 г** |
| Гречневая крупа | 100,00 |
| Длиннозёрный рис | 87,08 |
| Круглозёрный рис | 90,43 |
| Дикий (чёрный) рис | 59,81 |
| Дроблёные овсяные хлопья | 90,20 |
| Цельные овсяные хлопья | 40,67 |
| Пшённая крупа | 170,10 |

**Пояснение.**

1.  Энергия, выделенная при сжигании — это энергия полного окисления всех веществ продукта.

2.  В реальном организме окисление не всегда происходит полностью (некоторые вещества в клетках не окисляются полностью).

3.  Указанные на упаковке калорийности обычно более точны в плане расчёта энергии, которую получит организм (обычно учитывают именно биологическое окисление).

4.  Поэтому при выборе рациона надо ориентироваться именно на значения калорийности на упаковке продуктов питания.

35. При значительном учащении дыхания развивается респираторный алкалоз (увеличение свыше 7,45 значения рН крови). За счёт чего происходит увеличение значения pH крови? К каким последствиям может привести алкалоз? Какой защитный механизм существует в организме млекопитающих (в том числе человека) для поддержания постоянства рН внутренней среды?

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор изучал особенности физиологии собак. Для этого он помещал группу собак в камеру с влажностью 50% и создавал в камере отличные от оптимума (18 °С) температурные условия. Полученные результаты представлены в таблице.

|  |  |
| --- | --- |
| **Температура, °С** | **Частота дыхания собак, вдохов/мин.** |
| Собака 1 | Собака 2 | Собака 3 | Собака 4 | Собака 5 |
| 0 | 34 | 38 | 37 | 36 | 38 |
| 25 | 150 | 140 | 180 | 158 | 164 |
| 35 | 357 | 400 | 385 | 340 | 315 |

36. Как изменится скорость деления хлореллы в ходе эксперимента? Ответ поясните. Как изменятся результаты эксперимента, если перед его началом обработать культуру хлореллы ингибитором фотосистемы II? Ответ поясните.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор изучал особенности жизнедеятельности культуры хлореллы. Для этого в герметичные пробирки с питательной средой он добавлял фиксированное количество клеток хлореллы и после закачивал туда определенное количество атмосферного воздуха. Пробирки освещались с одинаковой интенсивностью, после чего исследователь измерял концентрацию кислорода. Результаты эксперимента представлены на графике.

**Пояснение.**

1.  Скорость деления клеток хлореллы увеличится;

2.  В процессе фотосинтеза образуется много углеводов (органических веществ);

3.  Усилится обмен веществ (пластический обмен)

ИЛИ

3.  Ускорится рост (деление) клеток;

4.  При блокировке работы фотосистемы II останавливается фотосинтез (световая фаза);

5.  Выделение кислорода спустя непродолжительное время прекратится (кислород не будет выделяться).

37. Объясните, чем обусловлено окрашивание раствора. Почему цвет раствора не изменится, если добавить в состав суспензии амилазу? Как изменятся результаты эксперимента, если перед его началом в суспензию хлоропластов внести концентрированную уксусную кислоту, которая снизит рН раствора до 2 единиц? Ответ поясните.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор изучал процессы, протекающие в хлоропластах листа герани. Для этого он приготовил суспензию хлоропластов, которую добавил в пробирки с избытком АДФ, Фн, НАДФ+, минеральных солей и воды. Затем пробирки освещали различное время, после чего в них добавляли раствор йода одинаковой концентрации. В результате раствор в пробирках окрашивался в синий цвет различной интенсивности. Результаты эксперимента представлены на графике.

**Пояснение.**

1.  Крахмал окрашивается раствором йода в синий цвет.

2.  Амилаза расщепляет полисахариды (крахмал).

3.  При расщеплении крахмала образуются сахара (дисахариды, моносахариды), которые не окрашиваются йодом.

4.  Синяя окраска не появляется.

5.  При снижении рН разрушаются хлоропласты (белки, ферменты) (фотосинтез прекращается, крахмал не образуется).

38. За счет какого метаболического процесса молочнокислые бактерии получают энергию? Какие продукты реакции при этом образуются? Какова положительная роль молочнокислых бактерий в жизни человека? Приведите два примера.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор изучал скорость размножения молочнокислых бактерий при различной фиксированной температуре. Для этого он вносил некоторое количество бактерий в молоко и подсчитывал количество микроорганизмов в разных пробах каждые 4 часа. Результаты эксперимента показаны на графике.

**Пояснение.**

1.  За счет гликолиза (бескислородного расщепления).

ИЛИ

1.  Молочнокислого брожения.

2.  Гликолиз: пируват (пировиноградная кислота), АТФ.

ИЛИ

2.  Молочнокислое брожение: лактат (молочная кислота), АТФ.

3.  Препятствуют процессам гниения.

4.  Предотвращают размножение патогенных бактерий (во всех полостях

человека и на поверхности кожи).

5.  Используется в пищевой промышленности (для изготовления

кисломолочных продуктов; при квашении и консервации овощей).

39. Как влияет температура на скорость деления молочнокислых бактерий? Ответ поясните. Из какого соединения молочнокислые бактерии производят лактат (молочную кислоту)? До каких конечных продуктов и при каком условии расщепляется молочная кислота в клетках человека?

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор изучал скорость размножения молочнокислых бактерий при различной фиксированной температуре. Для этого он вносил некоторое количество бактерий в молоко и подсчитывал количество микроорганизмов в разных пробах каждые 4 часа. Результаты эксперимента показаны на графике.

**Пояснение.**

1.  Повышение температуры приводит к ускорению деления (размножения) бактерий.

2.  Повышение температуры приводит к ускорению реакций обмена веществ (увеличивает скорость химических реакций).

3.  Из глюкозы (пировиноградной кислоты; лактозы; сахаров).

4.  Конечные продукты: вода, углекислый газ.

5.  Условие: наличие кислорода (аэробное окисление; дыхание).

40. К какому заболеванию у человека приведет хроническое увеличение концентрации гормонов щитовидной железы. Почему при этой патологии усиливается потоотделение?

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор решил изучить интенсивность основного обмена веществ у домовой мыши (*Mus musculus*). Для этого он вводил в брюшную полость мышам разные дозы гормона щитовидной железы в физиологическом растворе. Результаты эксперимента представлены на графике.

**Пояснение.**

1.  Базедова болезнь (гипертиреоз)

2.  Повышение основного обмена.

3.  Усиливается теплопродукция.

4.  Потоотделение увеличивает теплоотдачу.

41. Как можно объяснить полученные в эксперименте результаты? За счет каких физиологических изменений в работе легких может усиливаться насыщение крови кислородом? Какие мышцы у птиц обеспечивают дыхание в покое?

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор провёл эксперимент на курах для изучения регуляции дыхания. Для этого он помещал птиц в герметичную камеру, где менял концентрацию углекислого газа в подаваемом воздухе. Результаты эксперимента представлены на графике.

**Пояснение.**

1.  Возрастание концентрации углекислого газа в крови активирует дыхательный центр в продолговатом мозге.

ИЛИ

1.  Для нормального насыщения крови кислородом при повышении концентрации СО2 необходимо больше вдохов-выдохов.

ИЛИ

1.  Кровь закисляется из-за избытка СО2 и рецепторы в сосудах активируются для учащения дыхательных движений.

2.  Увеличение частоты дыхания (минутного объема дыхания; количество циклов вдох-выдох в единицу времени).

3.  Увеличение глубины дыхания (дыхательного объема).

4.  Межреберные мышцы (мышцы грудной клетки).

42. Какие два изменения в работе дыхательной системы птиц могут обеспечить эффективную вентиляцию легких и удаление СО2 из их организмов? Назовите и опишите тип дыхания, характерный для птиц. Какие преимущества он дает птицам? Ответ поясните.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор провёл эксперимент на курах для изучения регуляции дыхания. Для этого он помещал птиц в герметичную камеру, где менял концентрацию углекислого газа в подаваемом воздухе. Результаты эксперимента представлены на графике.

**Пояснение.**

1.  Увеличение частоты (ускорение) дыхания.

2.  Увеличение глубины дыхания.

3.  Для птиц характерно двойное дыхание.

4.  При двойном дыхании газообмен происходит на вдохе и на выдохе.

5.  Двойное дыхание обеспечивает высокий уровень метаболизма (более эффективное насыщение клеток кислородом; более быстрое выведение углекислого газа).

43.Как изменится количество бактерий в рубцовой жидкости, если вместо мочевины ввести в рацион здорового животного антибиотик? Объясните, как и почему в этом случае изменится масса животного.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

В рубце жвачных животных обитают бактерии, например, *Ruminococcus spp.*, *Ruminobacter spp.*, *Prevotella spp.* Экспериментатор для исследования пищеварения коров ввёл в их рацион кормовую добавку в виде мочевины. Через месяц он взял у пяти коров рубцовую жидкость и подсчитал количество микроорганизмов в ней. Результаты эксперимента отражены в таблице.

|  |  |
| --- | --- |
| **Этапы исследования** | **Количество бактерий в 1 мл рубцовой жидкости** |
| Корова 1 | Корова 2 | Корова 3 | Корова 4 | Корова 5 |
| До начала эксперимента | 2 700 000 | 3 600 000 | 3 000 000 | 3 500 000 | 3 100 000 |
| Через 1 месяц использования кормовой добавки | 6 100 000 | 6 300 000 | 6 800 000 | 2 500 000 | 6 200 000 |

**Пояснение.**

1.  Количество бактерий уменьшится.

2.  Масса животного уменьшится (прирост массы уменьшится).

3.  Антибиотики подавляют деление бактерий (убивают бактерии).

4.  Бактерии рубца обеспечивают переваривание клетчатки (корма).

5.  При гибели бактерий уменьшится количество доступных питательных веществ (снизится качество питания).

44. Наличием какого химического элемента в кормовой добавке можно объяснить наблюдаемый эффект на бактерии? Ответ поясните. Какую роль выполняют бактерии в рубце коров?

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

В рубце жвачных животных обитают бактерии, например, *Ruminococcus spp.*, *Ruminobacter spp.*, *Prevotella spp.* Экспериментатор для исследования пищеварения коров ввёл в их рацион кормовую добавку в виде мочевины. Через месяц он взял у пяти коров рубцовую жидкость и подсчитал количество микроорганизмов в ней. Результаты эксперимента отражены в таблице.

|  |  |
| --- | --- |
| **Этапы исследования** | **Количество бактерий в 1 мл рубцовой жидкости** |
| Корова 1 | Корова 2 | Корова 3 | Корова 4 | Корова 5 |
| До начала эксперимента | 2 700 000 | 3 600 000 | 3 000 000 | 3 500 000 | 3 100 000 |
| Через 1 месяц использования кормовой добавки | 6 100 000 | 6 300 000 | 6 800 000 | 2 500 000 | 6 200 000 |

**Пояснение.**

1.  Состав мочевины входит азот.

2.  Азот входит в состав аминокислот (белков, нуклеиновых кислот).

3.  Аминокислоты (белки) являются строительным материалом (ферментами) для новых клеток.

ИЛИ

3.  Нуклеиновые кислоты являются генетическим материалом для новых клеток.

4.  Бактерии способствуют перевариванию клетчатки (корма).

ИЛИ

4.  Синтезируют витамины (являются источником белка).

ИЛИ

4.  Препятствуют заселению патогенной флоры.

45. Объясните, почему в последующих экспериментах вариант лизоцима с тремя дополнительными S–S связями не проявлял специфической ферментативной активности, изначально характерной для этого белка. Какие изменения в кодирующем лизоцим участке должны произойти, чтобы в клетке синтезировался полипептид с дополнительными S–S связями? Ответ поясните.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор, используя методы генной инженерии, сконструировал несколько вариантов лизоцима, заменив некоторые аминокислоты в этом белке на серосодержащие. В результате количество дисульфидных (S–S) связей в белке увеличилось. Затем он исследовал некоторые характеристики полученных вариантов лизоцима (A–F). Результаты эксперимента представлены в таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вариант лизоцима** | **Количество дополнительных S-S связей** | **Температура денатурации, °C** |
| А | 1 | 46,7 |
| B | 1 | 48,3 |
| C | 1 | 52,9 |
| D | 2 | 57,6 |
| E | 2 | 58,9 |
| F | 3 | 65,5 |

**Пояснение.**

1.  При изменении количества дисульфидных связей (S-S связей) меняется структура (третичная; активный центр) белка (фермента).

2.  От структуры (третичной, пространственной) белка зависит активность фермента.

3.  Генные мутации (точковые мутации; миссенс-мутации).

4.  Мутации (замена нуклеотидов) приводят к замене аминокислот.

46. Как можно объяснить полученные в эксперименте результаты, исходя из знаний о структуре полипептидов? Какова функция лизоцима в организмах животных и человека? Какие еще белки имеют ту же биологическую функцию?

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор, используя методы генной инженерии, сконструировал несколько вариантов лизоцима, заменив некоторые аминокислоты в этом белке на серосодержащие. В результате количество дисульфидных (S–S) связей в белке увеличилось. Затем он исследовал некоторые характеристики полученных вариантов лизоцима (A–F). Результаты эксперимента представлены в таблице.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вариант лизоцима** | **Количество дополнительных S-S связей** | **Температура денатурации, °C** |
| А | 1 | 46,7 |
| B | 1 | 48,3 |
| C | 1 | 52,9 |
| D | 2 | 57,6 |
| E | 2 | 58,9 |
| F | 3 | 65,5 |

**Пояснение.**

1.  Дисульфидные связи участвуют в формировании третичной структуры белка.

2.  Чем больше дисульфидных связей, тем более устойчив белок к нагреванию (денатурации).

3.  Защитная (ферментативная; разрушает клеточную стенку бактерий).

4.  Защитную функцию выполняют антитела (иммуноглобулины, интерфероны, фибриноген, протромбин, белки свертывания крови).

ИЛИ Примеры ферментов  — пищеварительные (пепсин, амилаза, трипсин). Допускаются примеры любых ферментов человека и животных.

47. На каких этапах энергетического обмена происходит образование АТФ? Сравните энергетический выход в этих процессах. Почему при низкой концентрации кислорода в среде с культурой клеток постепенно возрастает кислотность среды?

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор решил изучить процессы обмена веществ на культуре клеток сердечной мышцы. Для этого он выделил клетки сердечной мышцы кролика и измерял потребление ими глюкозы при пониженной концентрации кислорода (в организме в норме насыщение кислородом составляет 90–95%). Результаты эксперимента представлены в таблице.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Насыщение кислородом (%) | 50 | 45 | 40 | 35 | 30 | 25 | 20 |
| Потребление глюкозы (%) | 23 | 27 | 27 | 29 | 37 | 41 | 45 |

**Пояснение.**

1.  Бескислородное окисление (гликолиз).

2.  Выход составляет 2 АТФ.

3.  Кислородное окисление.

4.  Выход составляет 34 АТФ (36, 38 АТФ).

5.  При низкой концентрации в среду из клеток постоянно выделяется лактат (молочная кислота).

48. Предположите, как изменились артериальное давление и интенсивность реабсорбции солей в почках у мышей в ходе эксперимента. Ответ поясните.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Ученый провел эксперимент со взрослыми домовыми мышами (*Mus musculus*). Для этого он кормил их в течение 14 дней пищей, соленость которой превышала нормальную в 1,2 раза. В течение всего периода наблюдения он измерял массу тела мышей. Полученные данные представлены на графике.

**Пояснение.**

1.  Артериальное давление повышалось.

2.  Происходило удержание воды в организме (усиливалась реабсорбция воды).

ИЛИ

2.  В кровь выделялся вазопрессин (антидиуретический гормон).

3.  Увеличивался объем крови.

ИЛИ

3.  Вазопрессин стимулировал сужение сосудов (вазоконстрикцию).

4.  Интенсивность реабсорбции солей уменьшилась.

5.  Так как в организме увеличилась концентрация солей (необходимо вывести избыток солей из организма).

49. Как и почему изменился состав крови спортсменов в условиях описанного эксперимента. Какое биологическое значение это имеет? Дайте аргументированный ответ. Какой метод использует ученый для определения уровня гематокрита?

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Группу спортсменов привезли на туристическую базу, находящуюся на высоте 4000 м. Через 7 и 14 дней у спортсменов взяли кровь и определили уровень гематокрита\*. Полученные данные приведены в таблице.

\*Гематокрит  — отношение объема эритроцитов к объему жидкой части крови, выраженное в % или долях единицы.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Спортсмен, №** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| Уровень гематокрита через 7 дней, % | 42,1 | 43,9 | 44,5 | 45,3 | 43,9 |
| Уровень гематокрита через 14 дней, % | 47,7 | 48,1 | 49,2 | 47,1 | 50,3 |

**Пояснение.**

1.  Увеличился относительный объем (количество) эритроцитов в крови.

2.  На высоте 4000 м низкая концентрация (парциальное давление) кислорода.

3.  Такое изменение состава крови предотвращает развитие гипоксии (недостатка в кислороде) в организме

ИЛИ

3.  Повышает эффективность переноса кислорода к органам (тканям).

4.  Метод осаждения эритроцитов (пассивно под действием силы тяжести).

ИЛИ

4.  Метод центрифугирования.

50. На какие экологические группы делятся птицы по отношению к свету? К какой группе согласно графику можно отнести птицу тауи? Ответ поясните. Почему температура тела является важнейшим показателем активности птиц?

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Экспериментатор изучал особенности физиологии птиц тауи из семейства Овсянковых, измеряя температуру тела в течение суток. Для этого он помещал птиц в камеру, где поддерживалась постоянная температура 23 °C. В 6:00 он включал свет, а в 18:00 выключал. Результаты эксперимента представлены на графике.

**Пояснение.**

1.  Дневные и ночные (сумеречные).

2.  Тауи  — дневные птицы.

3.  При включении света (освещении (с 6 до 18 ч)) температура тела птицы повышалась.

4.  При повышении температуры тела активизируется обмен веществ (уровень метаболизма) (в период активности происходит выработка тепла из-за работы мышц).

51. Почему при увеличении времени инкубации уменьшается количество бактерий? Ответ поясните. Почему даже после 48 часов инкубации количество колоний не нулевое? Приведите не менее двух возможных объяснений.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Учёный изучал влияние антибиотика на жизнеспособность бактерий. Для этого исследователь инкубировал в термостате при 37 °C одинаковые количества бактерий с раствором пенициллина. Инкубация продолжалась различное время. Результаты исследования он занёс в таблицу.

**Количество колоний, выросших на чашке**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1 чашка** | **2 чашка** | **3 чашка** | **4 чашка** | **5 чашка** |
| Без инкубации | 53 | 24 | 71 | 21 | 31 |
| 1 час инкубации | 22 | 17 | 53 | 10 | 18 |
| 2 часа инкубации | 21 | 14 | 40 | 9 | 14 |
| 24 часа инкубации | 201 | 13 | 40 | 8 | 14 |
| 48 часов инкубации | 12 | 7 | 28 | 6 | 14 |

**Пояснение.**

1.  Бактерии погибают при инкубации с антибиотиком (чем длительнее инкубация, тем меньше жизнеспособных бактерий остаётся) колонии видны после 48 часов, потому что:

2.  Некоторые бактерии имеют устойчивость к антибиотику.

3.  Концентрация антибиотика недостаточна для уничтожения всех бактерий.

ИЛИ

4.  Произошёл засор чашки Петри другими бактериями (например, из воздуха).

52. Какой вывод о влиянии вида удобрения можно сделать на основании данного эксперимента? Какие параметры необходимо контролировать в данном эксперименте? Ответ поясните.

Учёный решил сравнить два вида удобрений. Он высаживал в горшки растения. Одну группу растений он поливал жидкой формой удобрения, а для другой группы растений использовал удобрения в виде порошка. Измерялась длина стеблей растений от уровня почвы до верхушечной почки. Результаты исследователь занёс в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вид удобрения** | **1-я неделя (до добавления удобрения)** | **2-я неделя** | **3-я неделя** | **4-я неделя** | **5-я неделя** |
| сухой | 41,8 см | 57,8 см | 68,2 см | 82,6 см | 94,6 см |
| жидкий | 42,6 см | 59,2 см | 68,8 см | 78,0 см | 87,2 см |

53. Объясните форму графика, полученную исследователем. Принято считать, что зелёный свет хлорофиллом не поглощается. Почему в результате исследования поглощение в зелёной части спектра получилось не нулевым? Ответ поясните.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Учёный изучал влияние длины волны света на активность фотосинтеза. Для этого он проращивал семена газонной травы, после чего помещал одинаковые количества ростков идентичной длины под лампы с разным цветом света (разной длиной волны). Через две недели растения срезались и измерялась суммарная масса травы из-под каждой из ламп. Результаты исследования учёный нанёс на график.



**Пояснение.**

1.  Пигменты фотосинтеза поглощают свет в основном в синей и красной части спектра.

2.  Зелёный свет поглощается с минимальной эффективностью;

3..  Помимо хлорофилла в хлоропластах присутствуют вспомогательные пигменты, которые могут увеличивать поглощение в зелёной части спектра.

4.  Зелёная лампа могла давать свет нескольких длин волн, из-за чего поглощение света всё равно происходило.

54. Почему даже через 48 часов после обработки мирамистином на чашке Петри сохранялисьжизнеспособные бактерии? Какие бактерии будут получать преимущество в результате естественного отбора на данной чашке Петри? Могла ли повторная обработка такой же концентрацией антисептика привести к полному исчезновению бактерий с чашки? Ответ поясните.

**Прочитайте описание эксперимента и выполните задание.**

Учёный изучал влияние поверхностного антисептика мирамистина на динамику роста колоний одного штамма бактерий на чашках Петри. На готовую питательную среду высевалось определённое количество бактерий, а затем через небольшое время наносился антисептик. Оценивалось количество колоний на чашках Петри через 1, 2, 24 и 48⁠часов после нанесения антисептика. Результаты исследователь представил в виде графика.



**Пояснение.**

1.  Бактерии в среде имеют различную способность к сопротивлению антисептику.

2.  При этом в присутствии антисептика будут выживать те бактерии, которые более устойчивы.

3.  Повторная обработка, скорее всего, не привела бы к успеху.

4.  Потому что выжившие через 48 часов бактерии, скорее всего, приобрели устойчивость к мирамистину.

**6. Источники:**

1. Открытый банк заданий ЕГЭ <https://fipi.ru/oge/otkrytyy-bank-zadaniy-oge#!/tab/173942232-6>
2. **Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2023 года** <https://fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy#!/tab/173737686-6>
3. Демоверсия, спецификация, кодификатор ЕГЭ 2024

<https://fipi.ru/oge/demoversii-specifikacii-kodifikatory#!/tab/173801626-6>

1. Сайт Сдам ГИА/Решу ЕГЭ <https://bio-oge.sdamgia.ru/>
2. Сайт Сотка <https://sotkaonline.ru/biologia-oge>
3. Всероссийский проект «ЕГЭ 100 БАЛЛОВ» <https://vk.com/ege100ballov>