

27-я Международная Биологическая Олимпиада

17-23 июля 2016 года

Ханой, Вьетнам



Теоретический тест

ЧАСТЬ Б

Общее количество баллов: 50

Продолжительность: 3 часа

УВАЖАЕМЫЕ УЧАСТНИКИ,

Пожалуйста напишите ваш **Код студента** в предоставленную ячейку.
Запишите свои ответы с помощью ручки в **Листе ответа**.

Оцениваться будет только ответы, внесенные в **Лист ответов**.

Часть В состоит из 50-и вопросов:

- Q51-Q60: Клеточная биология
- Q61-Q68: Анатомия и физиология растений
- Q69-Q80: Анатомия и физиология животных
- Q81-Q83: Этология
- Q84-Q93: Генетика и эволюция
- Q94-Q98: Экология
- Q99-Q100: Биосистематика

Для каждого вопроса с множественным выбором укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

Для верных и неверных утверждений в Листе ответов используйте обозначение "√" .

Если вам нужно изменить ответ, вы должны зачеркнуть внесенный ошибочно ответ и записать новый.

Подсчет очков за один вопрос:

- Если все четыре ответа правильные, то вы получите 1 балл.
- Если только три ответа правильные, то вы получите 0,6 балла.
- Если только два ответа правильные, то вы получите 0.2 балла.
- Если только один ответ правильный, то вы ничего не получите (0).

Вы можете использовать предоставленные линейку и калькулятор.

Прекратите отвечать и положил ручку сразу, как только прозвонит звонок, указывающий на завершение экзамена. Вложите свои **Лист ответов** и **бланки заданий** в предоставленный конверт.

Удачи!!!

БИОЛОГИЯ КЛЕТКИ

Q.51

Ученый приготовил 3 главных компонента для высокопродуктивного скрининга ингибиторов протеинкиназ. На первом этапе было проведено слияние генов разных протеинкиназ с главным геном капсида (головки) фага Т7. При экспрессии в бактериях слитые белки, кодируемые слитыми генами, включались в капсид фага, причем киназы находились на внешней поверхности. На втором этапе аналог АТФ, который может связываться с АТФ-связывающим участком киназ, был присоединен к магнитным шарикам. На третьем этапе был приготовлен банк веществ, которые требовалось протестировать на их способность ингибировать протеинкиназы.

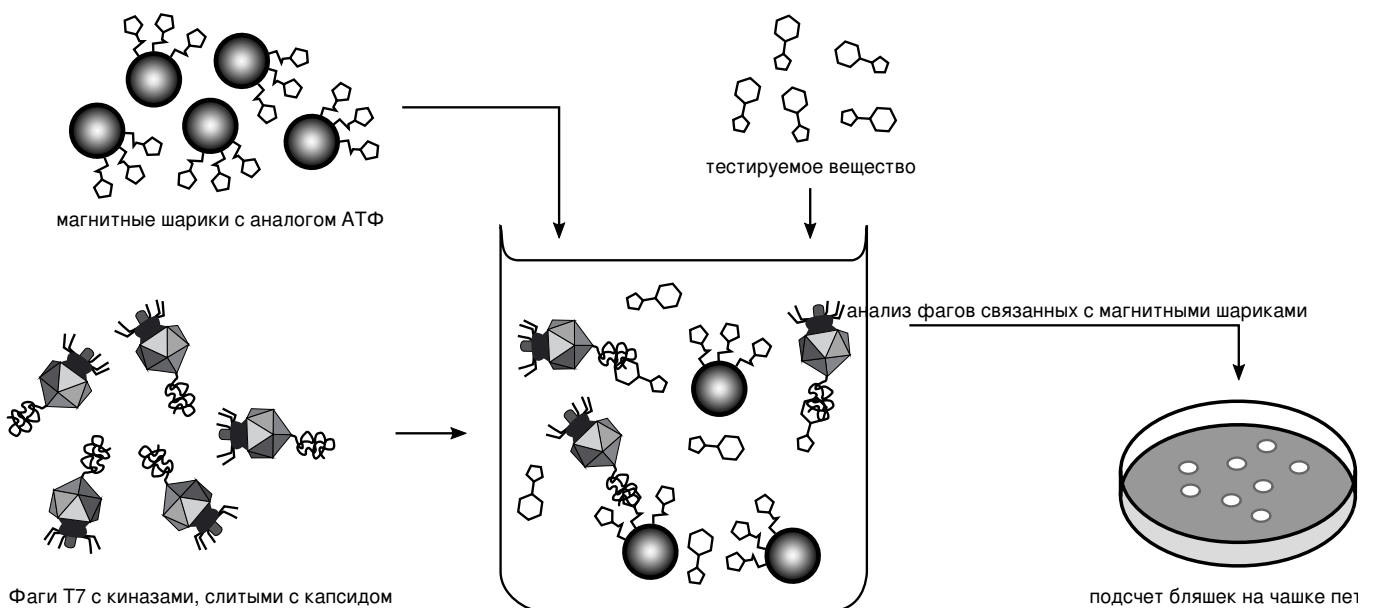


Рисунок Q.51 Скрининг потенциальных ингибиторов протеинкиназ

Для измерения способности тестируемых соединений связывать киназу, фаг, на поверхности которого находилась определенная киназа, смешивали с магнитными шариками в нескольких лунках микроплашета на 96 лунок. Затем тестируемое соединение вносили в отдельные лунки в различных концентрациях. Смеси инкубировали при осторожном перемешивании на протяжении 1 часа при температуре 25°C, шарики собирались на дне под воздействием сильного магнита и все свободные (несвязанные) компоненты вымывались. В конце связанные с шариками фаги отделялись от шариков под воздействием избытка того же самого аналога АТФ, который был связан с шариками, и подсчитывали количество литических бляшек, которые они образуют на бактериальном газоне в чашке Петри (**Рис.Q.51**).

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Когда процесс связывание достигает равновесия, все молекулы потенциального ингибитора будут связаны с киназой.
- B.** Тестируемые соединения, которые показывают высокое ингибирование в этом методе, связываются с АТФ-связывающим сайтом киназы.
- C.** Небольшие различия в эволюционно консервативных сайтах связывания АТФ на молекулах киназ позволяют адресно направлять специфические киназы на их субстраты.
- D.** Прочно связывающееся тестируемое соединение даст небольшое количество бляшек на бактериальном газоне..

Q.52

Вы определили ген у делящихся дрожжей, гомологичный субъединице теломеразы простейших. Затем вы провели нацеленную делецию одной копии этого гена у диплоидного штамма этих дрожжей и индуцировали споруляцию для получения гаплоидных организмов. Все 4 споры прекрасно проросли и вы смогли вырастить колонии на чашках с питательным агаром. Через каждые три дня вы переносили колонии на новые чашки. После четырех таких переносов, потомство двух из четырех исходных спор росло плохо, если вообще росло. Вы взяли клетки с 3, 6, и 9 дневных чашек, выделили из них ДНК и разрезали образцы в участке хромосомы примерно за 35 нуклеотидов от начала теломерных повторов. Вы разделили фрагменты при помощи гель-электрофореза и провели их гибридизацию со специфичным для теломер радиоактивным зондом (темные полосы) (**Рис.Q.52**) Считайте, что время удвоения числа клеток составляет 6 часов.

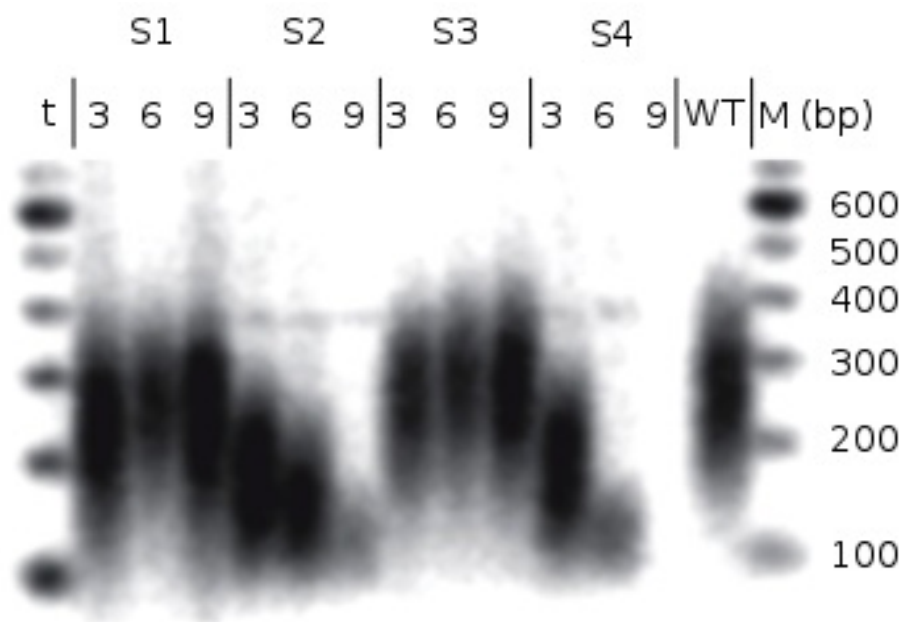


Рисунок Q.52. Анализ теломер из потомков первых четырех спор делящихся дрожжей, (S1-S4) на различных днях (t).

WT – это нормальные диплоидные дрожжи

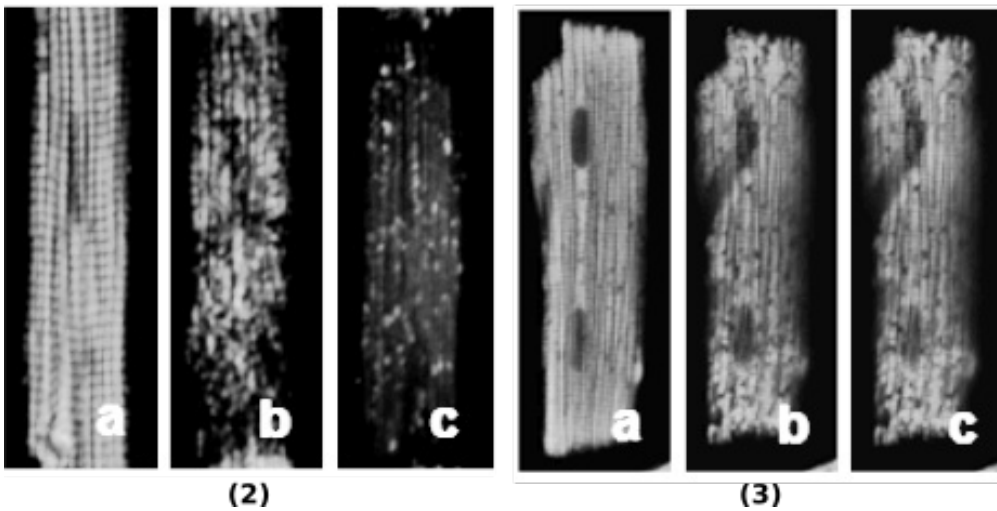
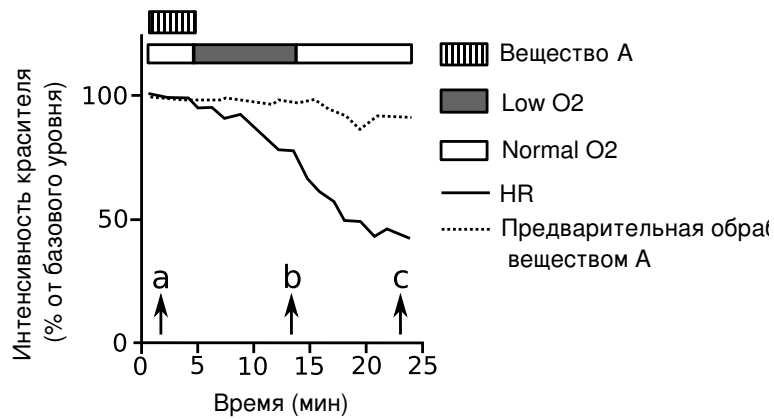
Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Средняя длина теломеры у делящихся дрожжей составляет 300 нуклеотидов.
- B.** Споры 2 и 4, по-видимому, не имеют теломеразы.
- C.** Теломеры делящихся дрожжей теряют меньше 20 нуклеотидов при каждой репликации.
- D.** Делящиеся дрожжи, которые потеряли свои теломеры, будут иметь нормальный размер клеток.

Q.53

Реоксигенация после периода отсутствия кислорода вызывает повреждение кардиомиоцитов. Одним из наиболее важных индикаторов оценки работы клеток сердечной мышцы является потенциал на мембране митохондрий, который можно зарегистрировать (сделать видимым) и количественно оценить с помощью проникающего в клетки красителя (заряжен положительно, серого цвета на Рисунке ниже и красного цвета на прилагаемом к заданию Рисунке), который быстро накапливающимся в активных митохондриях из-за их относительно отрицательного заряда.

Рисунок ниже иллюстрирует модель одиночного миоцита, подвергнутого гипоксии/реоксигенации (HR) (1), с добавлением или без добавления вещества А перед гипоксией. Изображения миоцита были сделаны в моменты времени (a, b, c).



Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Как показано на **Рис.Q.53.(2)а**, кардиомиоциты – это типичные поперечнополосатые мышечные клетки.
- B.** Гипоксия вызывает снижение рН в матриксе митохондрий.
- C.** Предварительная обработка веществом А полезна для клеток, так как это предотвращает потерю (коллапс) мембранного потенциала митохондрий при HR.
- D.** Снятые изображения в группе предварительного принятия лекарства А показаны на рисунке (2) и снятые изображения обработки HR без предварительного принятия лекарства А показаны на рисунке (3).

Q.54

Антифризные гликопротеины (АФГП) обладают способностью ингибировать образование льда и поэтому являются очень важными для выживания многих видов настоящих костистых рыб, которые очень часто сталкиваются с температурами ниже нуля. Типичный АФГП состоит из повторяющихся трипептидных единиц, а именно аланил-треонил-аланил (Ala-Thr-Ala)_n, связанной с дисахаридом гликозидной связью через гидроксильную группу остатка треонина. Для выяснения того, какие химические группы влияют на антифризную активность этого гликопротеина, ученые синтезировали многочисленные аналоги АФГП путем модификации как сахара, так и пептида, заместив три группы R₁, R₂, R₃ различными химическими группами, как показано на **Рисунке Q.54**, и измерили антифризную активность.

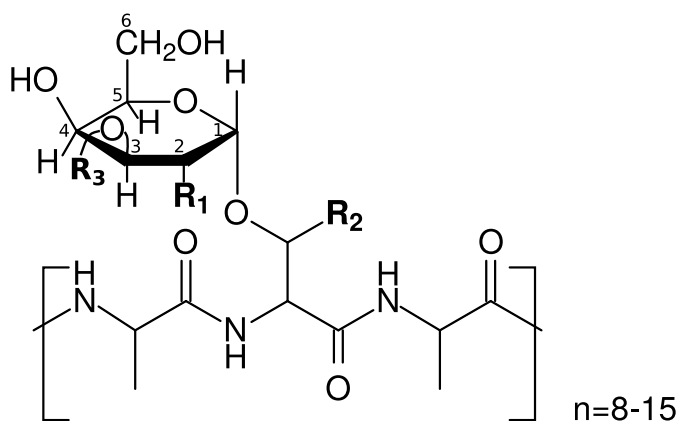


Рисунок Q.54 Структура типичного АФГП

Результаты исследований представлены в таблице ниже.

R ₁	R ₂	R ₃	Антифризная активность
НО	СН ₃	Галактозил	нет
<i>N</i> -Ацетил	СН ₃	Галактозил	есть
<i>N</i> -Ацетил	Н	Галактозил	нет
<i>N</i> -Ацетил	СН ₃	Н	есть
<i>O</i> -Ацетил	СН ₃	Н	нет
<i>N</i> -Ацетил	СН ₃	Галактозил - Галактозил	нет

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- Для антифризной активности требуется наличие дисахарида, связанного с остатком треонина.
- Мутант, у которого остаток треонина замещен остатком серина, не обладает антифризной активностью.
- N*-ацетильная группа в положении С-2 необходима для антифризной активности.
- Разное число повторяющихся последовательностей в генах АФГП у близкородственных видов может быть связано с ошибками в работе ДНК-полимеразы.

Q.55

Субъединица F₁ (периферический мембранный белок) АТФ-синтазы катализирует синтез АТФ, используя протон-движущую силу, которая обеспечивает вращение субъединицы F₀ (интегральный мембранный белковый комплекс) в одном направлении. F₁ состоит из трех α и трех β субъединиц, организованных по принципу чередования вокруг центрального стержня, субъединицы γ .

Для изучения вращения, Масакуке Йошида и его группа присоединили меченный флуоресцентной меткой филамент актина к γ и наблюдали за его движением

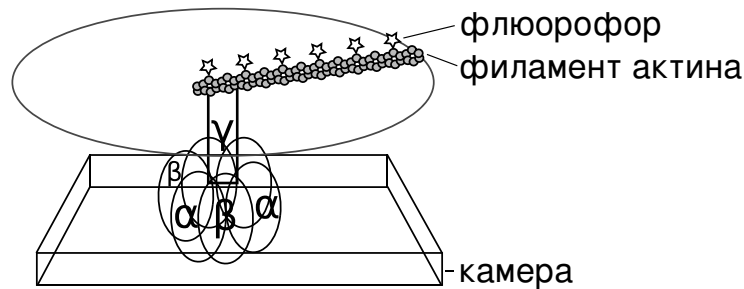


Рисунок Q.55A Присоединение меченого филамента актина к АТФ-синтазе.

Движущиеся филаменты актина наблюдали при помощи инвертированного флуоресцентного микроскопа после добавления 2 мМ АТФ в камеру, содержащую меченный F₁ комплекс, иммобилизованный на дне камеры, как зеркальное изображение, снятое фотоаппаратом. Промежуток времени между снимками составлял 220 мсек. Была сделана серия из 12 снимков, которая показана на **Рис. Q.55B**.

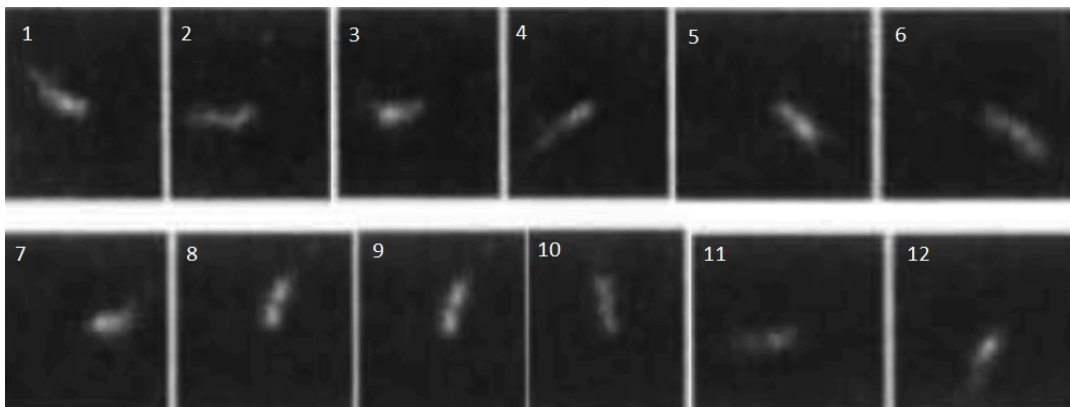


Рисунок Q.55B Последовательные снимки вращающегося филамента актина, присоединенного к субъединице в F₁ комплексе. Номера указывают на порядок снимков

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Гидролиз АТФ, осуществляемый F_1 , приводит к конформационным изменениям субъединиц а и b.
- B.** Из серии снимков видно, что филамент вращался против часовой стрелки (при рассмотрении с цитозольной стороны).
- C.** Скорость вращения ниже 0.3 оборотов в секунду.
- D.** Вращение филамента актина в противоположном направлении сопряжено с синтезом АТФ.

Q.56

Овощи, подвергнутые молочнокислому брожению, являются традиционной пищей в кухне многих стран Азии. Микроорганизмы, которые обычно находят в ферментационной жидкости, это молочнокислые бактерии, дрожжи и нитчатые грибы.

Рис. Q.56 ниже показывает изменение количества живых клеток (log колониобразующих единиц (КОЕ)/мл) трех различных групп микроорганизмов и значений pH при молочнокислом брожении капусты. Содержание кислорода, растворенного в ферментационной жидкости, снижалось со временем до его исчезновения на 22 день культивирования.

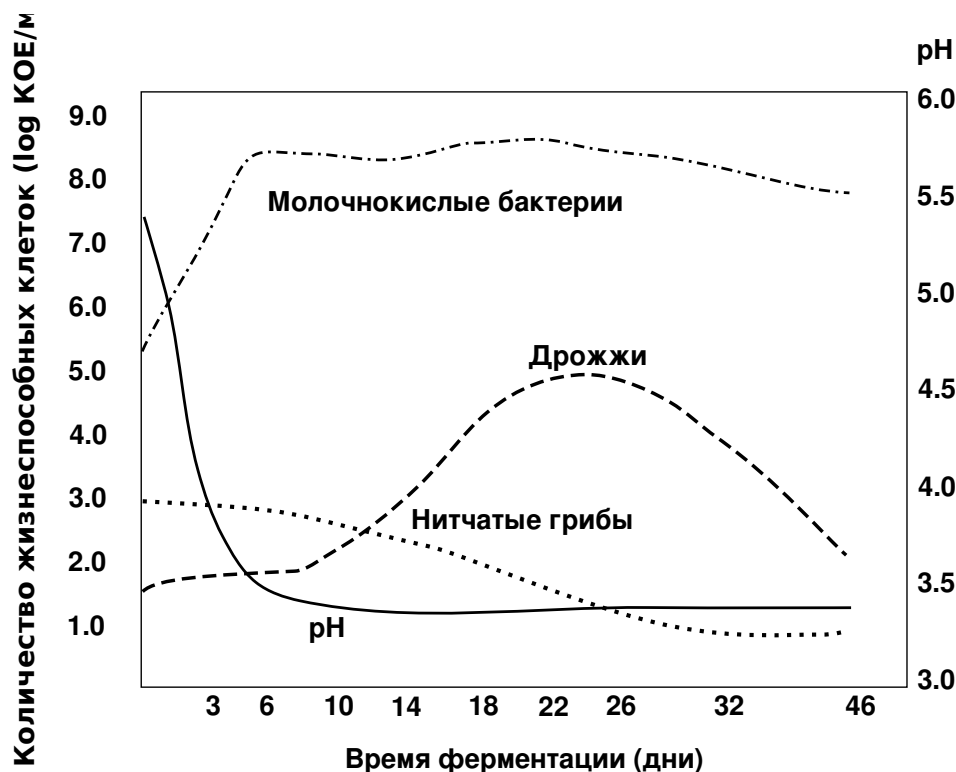


Рисунок Q.56 Изменения микрофлоры во время молочнокислого брожения капусты.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Падение значения pH с 1-го по 3 дни было вызвано только органическими кислотами образованными исключительно молочнокислыми бактериями.
- B.** Молочная кислота, образованная молочнокислыми бактериями, поддерживала рост клеток дрожжей с 10 дня по 26 день.
- C.** Дрожжевые клетки перешли от брожения к аэробную дыхание после 22 дня.
- D.** Некоторые нитчатые грибы показывают толерантность к низким значениям pH.

Q.57

Микроорганизмы, живущие при высокой концентрации соли (выше 2М NaCl) находятся в среде с низкой активностью воды, поэтому они должны иметь механизмы, препятствующие потере воды путем осмоса. Анализ внутриклеточной концентрации ионов у Галобактерий, живущих в соленых озерах, показывает, что эти микроорганизмы поддерживают исключительно высокие концентрации соли (KCl) внутри своих клеток. Наличие высокой внутриклеточной концентрации соли требует специальных адаптаций белков и других макромолекул клетки.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Большинство внутриклеточных белков Галобактерии содержит большой избыток заряженных аминокислот на их внешней поверхности.
- B.** Галобактерии тратят много АТФ для поддержки осмотического давления.
- C.** Большинство внутриклеточных ферментов Галобактерии теряют свою каталитическую активность в растворах, содержащих менее 1 М NaCl.
- D.** У Галобактерии аминокислоты могут проникать в клетку при помощи антипортеров Na⁺/аминокислоты.

Q.58

Геном вируса гриппа А состоит из 8 отдельных одноцепочечных молекул РНК, кодирующих в общей сложности 11 вирусных белков. Вирусы гриппа А классифицируются на основе двух поверхностных антигенов, гемагглютинина (H), у которого существует 18 различных подтипов (H1-18); и нейраминидазы (N), у которой существует 11 подтипов (N1-11) (**Рис. Q.58А**). Жизненный цикл вируса гриппа А показан на **Рис. Q.58В**.

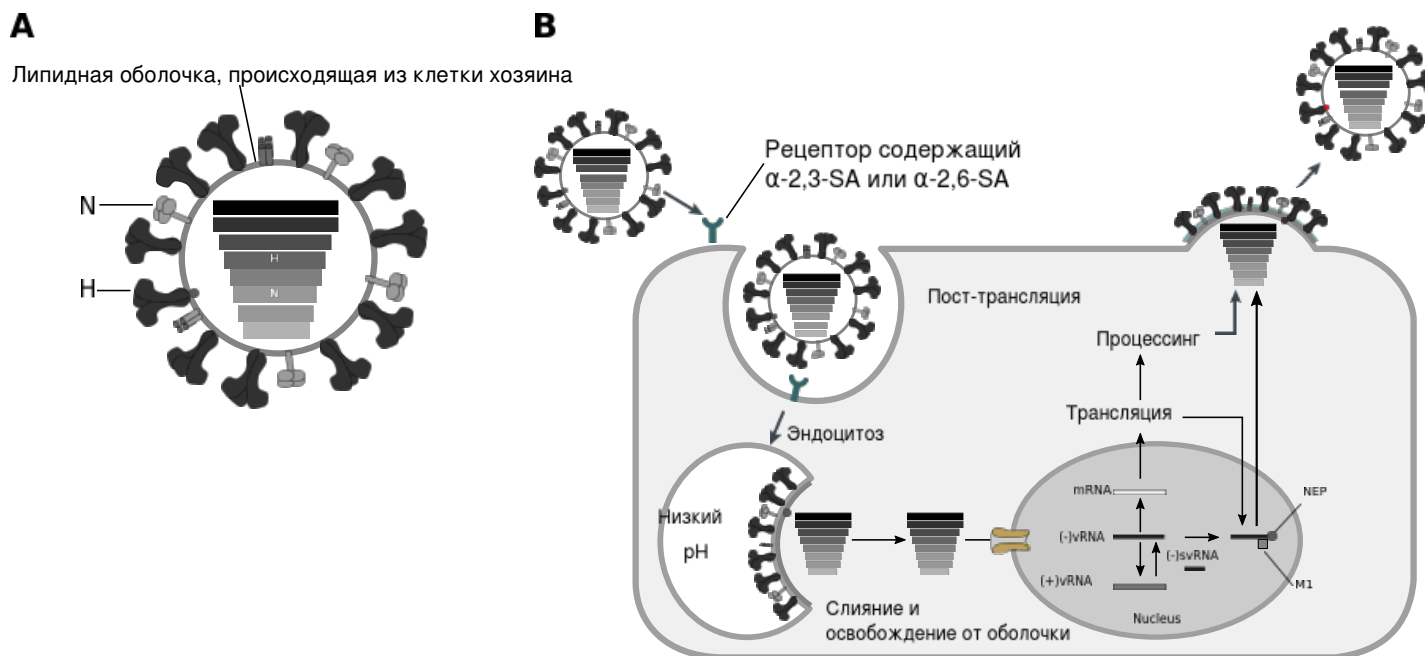


Рисунок Q.58 Вирус гриппа А: (А) строение вируса и (В) жизненный цикл вируса.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений **Верным** или **Неверным**.

- А.** Вирусы гриппа А демонстрируют быструю эволюционную динамику, так как их геном сегментирован.
- В.** Теоретически существует 88 типов вирусов гриппа А
- С.** Вирусы гриппа А имеют высокую скорость мутирования, поскольку их геном состоит из одноцепочечной РНК.
- Д.** Вирин гриппа А может заражать клетки только в том случае, если присутствует РНК-зависимая РНК-полимераза.

Q.59

Фосфорилирование – это главная пост-трансляционная модификация, широко используемая в регуляции многих клеточных процессов. Методом, позволяющим определить уровень фосфорилирования белков, является электрофорез в модифицированном геле с химическими группами, содержащими ионы металла (M), которые могут обратимо связывать фосфаты и таким образом влиять на подвижность фосфорилированных белков.

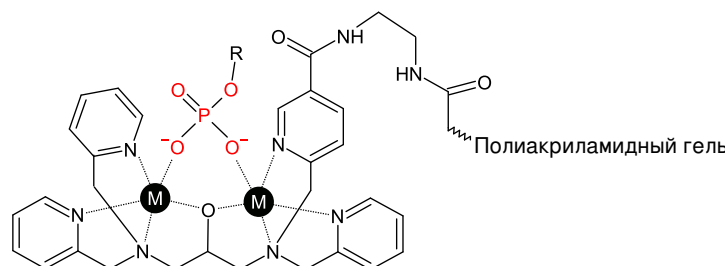


Рисунок Q.59.A Полиакриламидный гель с фосфатным тагом

Этот метод был использован для изучения фосфорилирования белка p35. Были созданы три мутантные формы этого белка: серин заменен аланином в положении 8 (S8A); треонин заменен аланином в положении 138 (T138A) и заменены обе аминокислоты (2A). Учтите, что серин и треонин могут быть фосфорилированы, а аланин нет. Затем два штамма дрожжей с нормальной (wt) или неактивной циклин-зависимой киназой 5 (Cdk5) (kn) были трансформированы либо геном p35 дикого типа (wt) либо одной из трех мутантных форм. Лизаты клеток восьми полученных штаммов были нанесены на гель с фосфатным тагом. Белки из геля были перенесены на мембрану путем вестерн-блоттинга, которую обработали антителами против p35. Результат показан ниже.

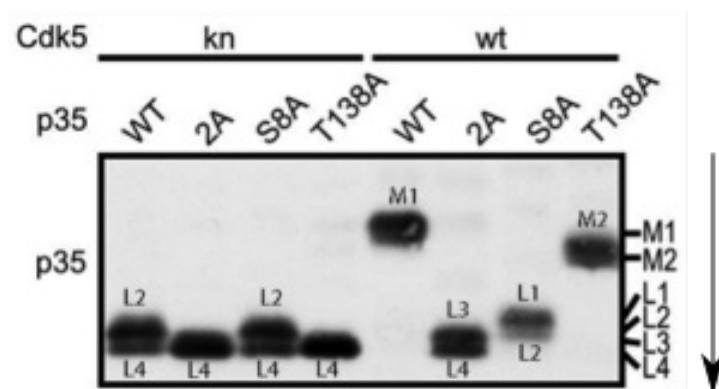


Рисунок Q.59.B Иммуноблот с антителами к p35. Стрелка указывает направление движения. Полосы p35 обозначены M1, M2, L1, L2, L3, и L4. Полоса L4 соответствует полностью нефосфорилированной форме p35.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Белок p35 имеет только два сайта фосфорилирования: серин 8 и треонин 138.
- B.** Белок p35 может быть фосфорилирован протеинкиназой, иной чем Cdk5.
- C.** У штамма Cdk5-wt p35-S8A только несколько молекул p35 фосфорилированы в положении T138.
- D.** Фосфатные группы, присоединенные в положении S8, более доступны для взаимодействия с группами, связывающими фосфат, на фосфо-таг геле, чем фосфатные группы, присоединённые в положении T138.

Q.60

Полярность, заряд и молекулярный вес молекул могут влиять на скорость их пассивной диффузии через мембраны. Аминокислоты и лекарства, такие как аспирин, различаются как по эффективности, так и по месту их абсорбции. На рисунке ниже показаны химические формулы и значения pK_a аспирина и аргинина.

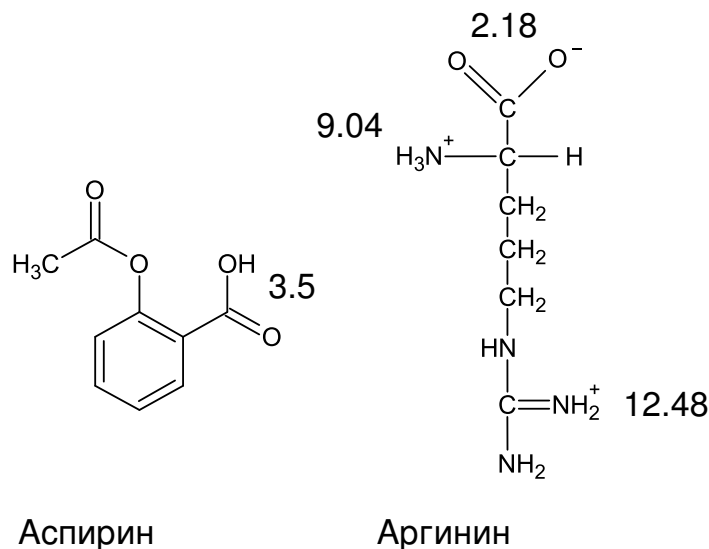


Рисунок Q.60

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Аспирин диффундирует через мембраны главным образом в желудке, так как больше молекул Аспирина находятся в депротонированном состоянии при значении pH около 1.6 в желудке.
- B.** Основываясь на молекулярном весе, Аспирин будет диффундировать через мембрану легче чем Аргинин.
- C.** Оптимальный диапазон pH для абсорбции Аргинина путем пассивной диффузии находится между 2.18 и 9.04.
- D.** Омепразол, ингибитор протонного насоса, блокирует поступление Аспирина в кровь в начальные несколько минут после приема таблетки.

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Q.61

Для изучения влияния кадмия (Cd) на развитие корня было проведено два эксперимента на проростках кукурузы с корнями длиной 6 см. В первом эксперименте проростки выращивали на среде с добавлением 5 μM Cd (Cd5) или без Cd (Cd0). Во втором эксперименте проростки выращивали между двумя слоями агара без Cd (Cd0-Cd0) или при наличии 100 μM Cd (Cd0-Cd100) только с одной стороны. Через 4 дня проанализировали рост корней (Рис. Q.61-1), сделали их поперечные срезы и окрасили их для выявления в эндодерме ламелл суберина (обозначения срезов A-I на Рис. Q.61-2 соответствуют местам их проведения (A-I), показанных на Рис. Q.61-1).

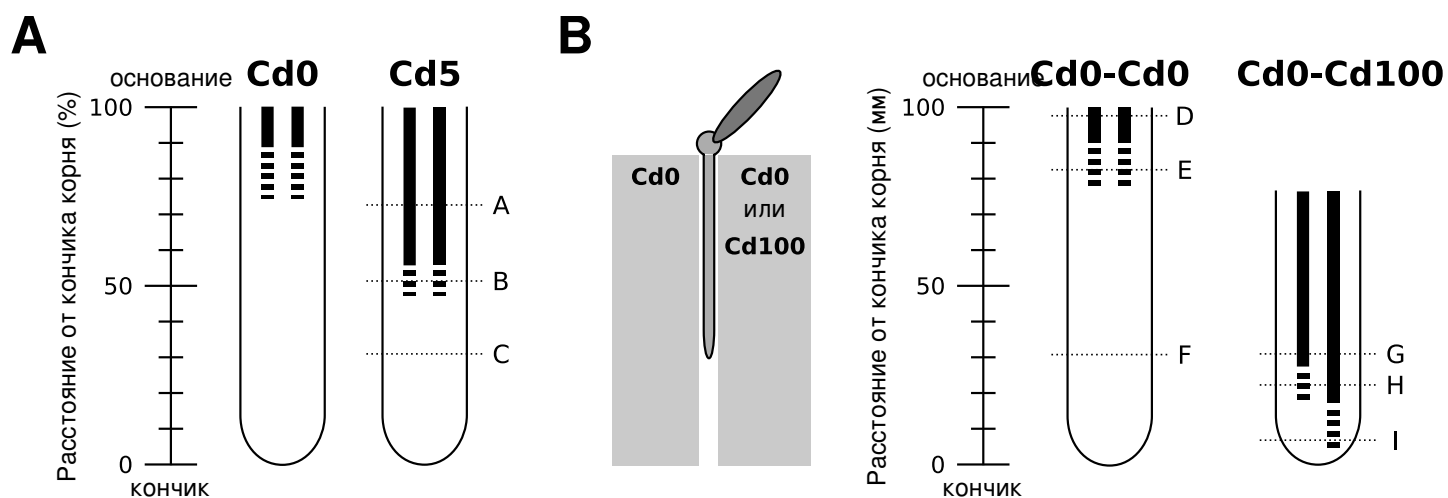


Рисунок Q.61-1. Расстояние от кончика корня до его основания в эксперименте 1 (A) и 2 (B). Области зрелой эндодермы в корнях показаны сплошной и пунктирной линиями.

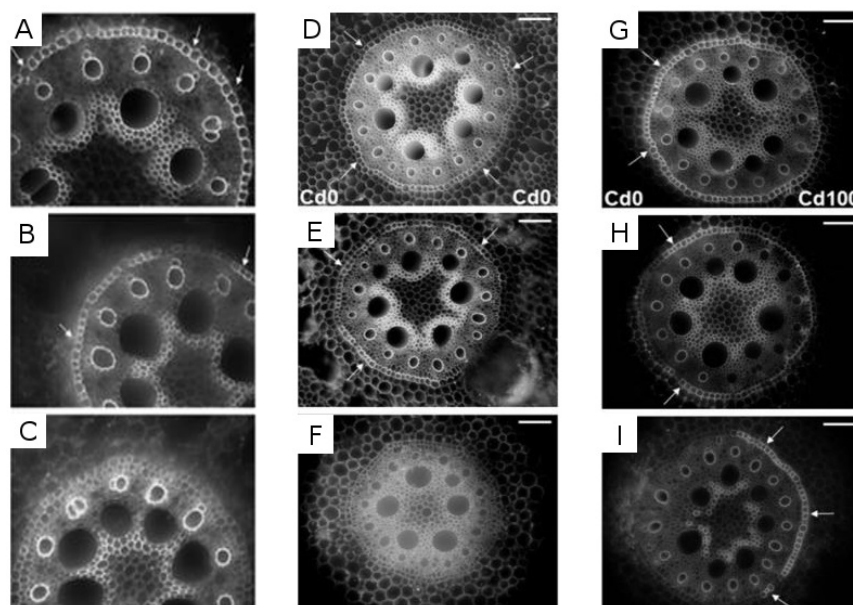


Рисунок Q.61-2. Поперечные срезы, проведённые в местах, указанных буквами A-I на Рис. Q.61-1. Белые стрелки указывают на ламеллы суберина в эндодерме.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Обработка Cd приводила к уменьшению зоны растяжения корня, что уменьшало длину корня.
- B.** Эндодермальные клетки с ламеллами суберина уже присутствовали на участке, находящемся на расстоянии приблизительно 0,5 см от кончика корня, в тканях, примыкающих к агару, содержащему Cd100. Однако клетки, содержащие суберин, были обнаружены на большем отдалении от кончика на другой стороне.
- C.** В корнях, подвергнутых односторонней обработке Cd (Cd0–Cd100), происходило ускоренное и асимметричное развитие эндодермы.
- D.** На среде с высоким содержанием Cd ламеллы суберина в клетках эндодермы отсутствовали в более зрелых частях корня, вероятно, из-за нарушений, вызванных Cd в его более молодых частях.

Q.62

Изучая реакцию травянистых растений на засушливые условия, учёные провели исследование на трех видах *Ranunculus* в их естественных условиях обитания: *R. bulbosus* - на сухих лугах, *R. lanuginosus* - на влажных лугах, и *R. acris* - в обоих местах. Они измерили водный потенциал листьев и проводимость воды в зависимости от дегидратации (обезвоживания) (Рис. Q62). Для оценки потери проводимости из-за закупорки сосудов было проведено окрашивание ксилемы *R. acris* из сухих лугов. Было показано, что проводимость воды в ксилеме снижается на 50% при -2 МПа или меньше из-за закупорки сосудов. Ранее проведенные исследования по изучению водной чувствительности листьев показали снижение в них на 50% водной проводимости от -1 до -1.8 МПа у многолетних травянистых растений и при $-1,8$ МПа - у древесных.

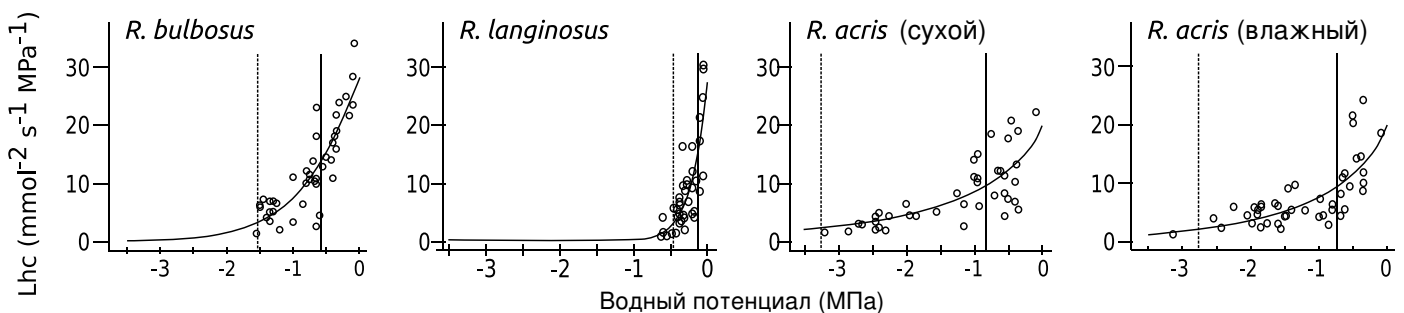


Рисунок Q.62 Водная проводимость листа (Lhc) у видов/популяций *Ranunculus* в ответ на дегидратацию. Сплошная и пунктирная вертикальные линии показывают достижение уровня 50% и 88% -падения водной проводимости листа, соответственно.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений **Верным** или **Неверным**.

- A.** Все виды очень чувствительны к водному стрессу. Среди видов с узкой экологической амплитудой, засухоустойчивый вид *R. bulbosus* был менее чувствительным к засухе, чем обитающий в более влажных условиях *R. lanuginosus*.
- B.** Виды травянистых растений более чувствительны к водному стрессу, чем деревья и многолетние травы, но также обладают различными межвидовыми и внутривидовыми приспособлениями к изменению водного режима, в зависимости от наличия воды в местах их обитания.
- C.** Транспорт воды в листьях осуществляется двумя путями, как по ксилеме, так и вне её.
- D.** У рассматриваемых растений засуха приводит к падению водной проводимости листа при среднем водном потенциале, вызванному скорее внексилемным транспортом воды, чем закупоркой сосудов.

Q.63

Белок может встраиваться в мембрану при помощи полипептидной последовательности или при помощи липидного «якоря». Присоединение эукариотических белков к наружному липидному слою плазматической мембраны осуществляется только при помощи якорей гликозилфосфатидилинозитола (GPI). Биосинтез гликолипида GPI это многоступенчатый процесс, в котором принимают участие многие белки, включая GPI трансамидазу. У растений *Arabidopsis*, ген *AtGPI8* кодирует фермент GPI трансамидазу. Для изучения роли этого гена в развитии растения ученый создал мутантную линию растений (*atgpi8-1*). Он наблюдал фенотипы как растений дикого типа (WT), так и мутантных растений.

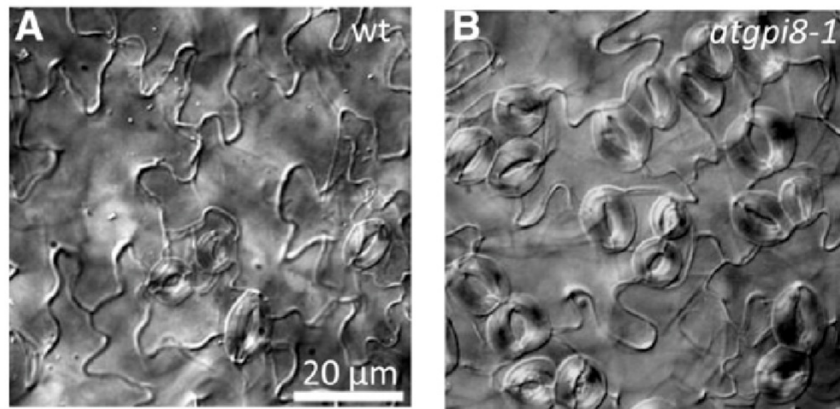


Рисунок Q.63.1 Эпидермис семян растений дикого типа (A) и *atgpi8-1* (B).

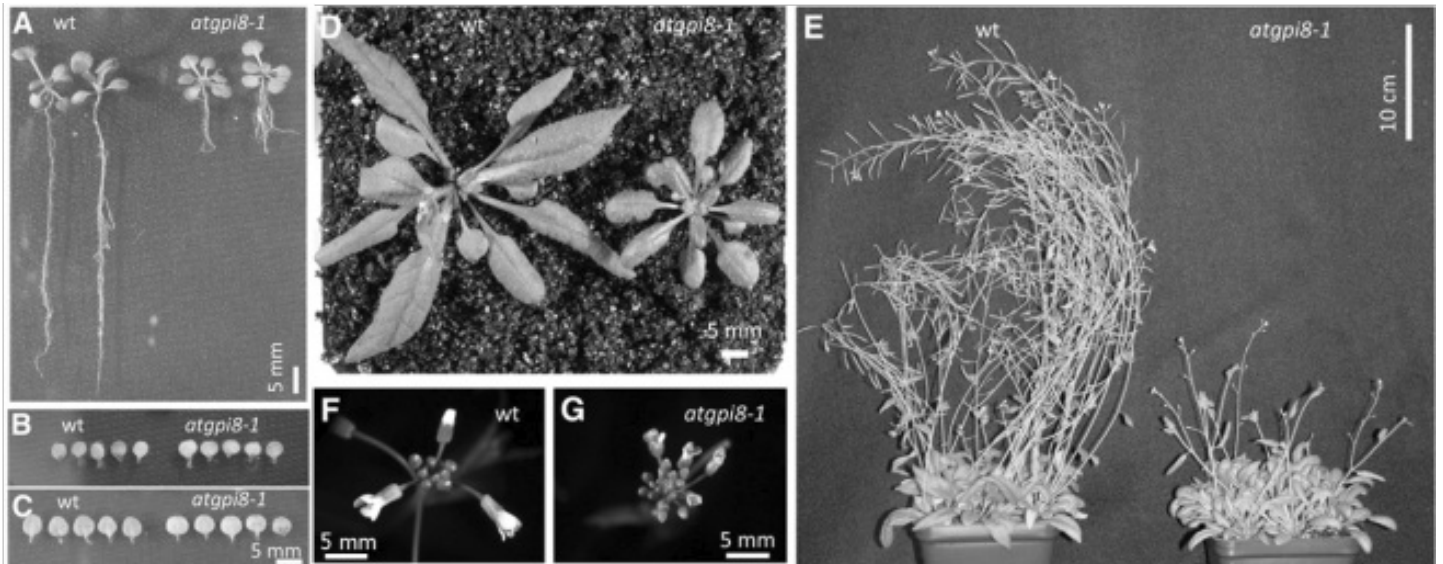


Рисунок Q.63.2 Фенотипы растений дикого типа и *atgpi8-1*. (A) проростки, (B) семена, (C) первые два листа проростков. (D) - 30-дневные и (E) - 60-дневные растения. F- G: Соцветия.

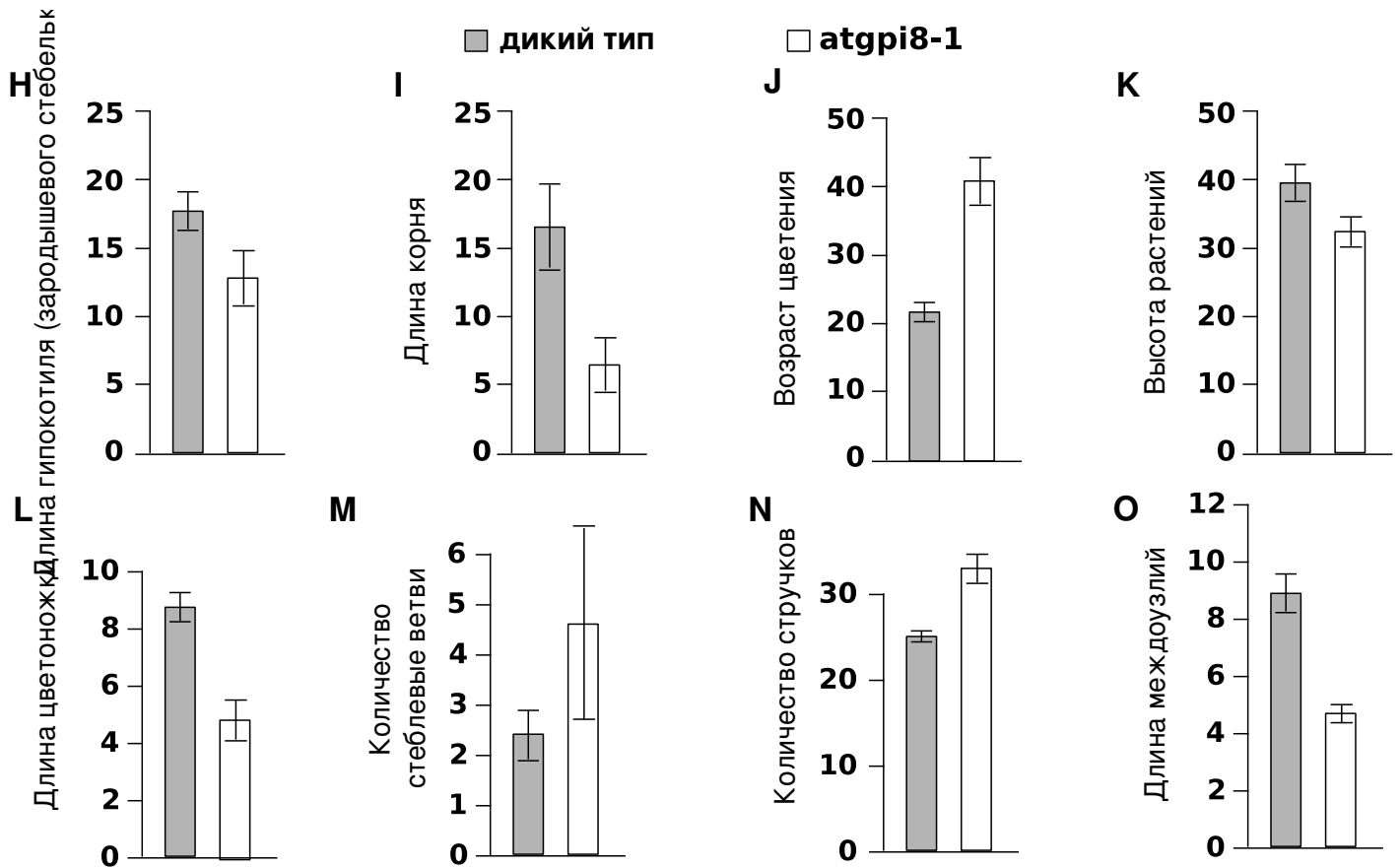


Рисунок Q.63.3 Морфометрический анализ дикого типа (серые столбики) и *atgpi8-1* (белые столбики), проростков и взрослых растений. Все значения статистически значимы.

Измерения D-H были проведены при полном созревании через 60 дней для дикого типа и 90 дней для мутантного.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Данная мутация не влияет на ранний рост семядолей после прорастания и образование первых двух листьев, однако сильно влияет на рост корня, удлинение зародышевого стебелька и дифференциацию устьиц.
- B.** Данные показывают, что «заякоривание» GPI усиливает рост листьев у вегетативных растений, однако ингибирует образование пазушных стеблей.
- C.** Мутация *atgpi8-1* приводит к укорачиванию междоузлий и удлинению цветоножек. Однако при этом высота растений *atgpi8-1* снижается умеренно, так как возрастает количество междоузлий.
- D.** Результаты показывают, что ген *AtGPI8* способствует раннему переходу к цветению, но ингибирует образование стручков.

Q.64

Фотосинтез у погруженных в воду водных растений сильно затрудняется многими факторами внешней среды. В морской и пресной воде интенсивность света и его спектр изменяются с глубиной и, таким образом, влияют на фотосинтез. Другими факторами, оказывающими влияние на фотосинтез, являются уровень углекислого газа (CO_2) и кислорода (O_2).

Болотное растение *Meionectes brownie* может произрастать в затопляемых пресной водой участках. Был поставлен эксперимент по изучению фотосинтеза водных растений, во время которого были измерены дневные колебания освещения поверхности, парциального давления O_2 , концентрации CO_2 и значение pH в водоемах с обильным произрастанием *Meionectes brownie* (Рис. Q.64).

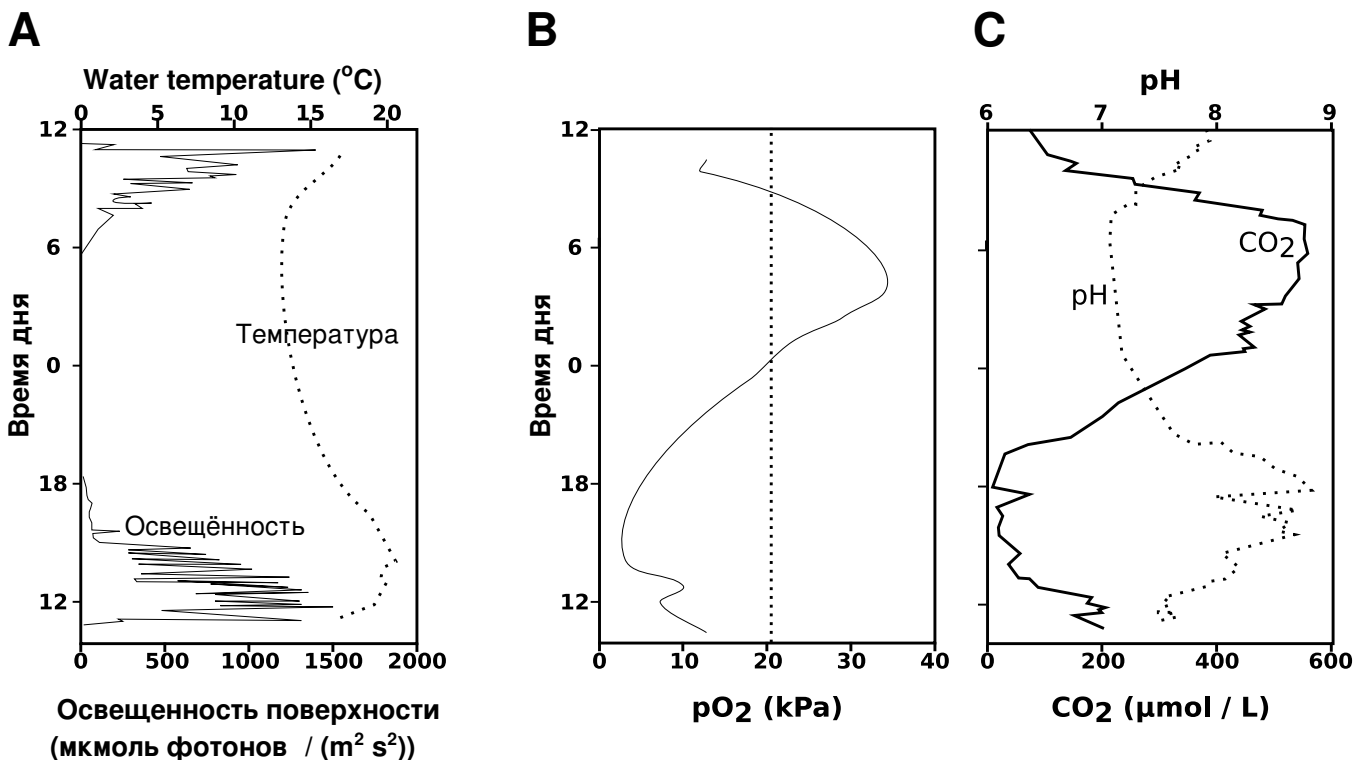


Рисунок Q.64

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Под водой в пруду освещённость лимитируется в утренние часы и сразу после обеда вместе с CO_2 .
- B.** Снижение уровня O_2 в толще воды ночью вызывается дыханием *Meionectes brownie*.
- C.** В толще воды пруда молекулы CO_2 образуются прямо при дыхании *Meionectes brownie* и путем превращения из HCO_3^- при нейтральных значениях pH, что приводит к повышению уровня CO_2 .
- D.** Как показано на рисунке, в прудах богатых *Meionectes brownie* температура колеблется от 13 до 20°C. Незначительное изменение температуры обусловлено, главным образом, высокой плотностью этого вида растений.

Q.65

Ассимиляция азота играет важную роль в метаболизме растений и развитии их клеток. Растительные клетки могут получать неорганический азот в форме ионов аммония (NH_4^+) и нитрата (NO_3^-). Проникая в растительную клетку при помощи мембранного переносчика нитрата (NRT), ион NO_3^- может восстанавливаться нитратредуктазой (NR) до NO_2^- , а затем до NH_4^+ и аминокислот (AA). Кроме того, NO_2^- может превращаться в оксид азота (NO), а далее в реакции с глутатионом (GSH) в S-нитрозоглутатион (GSNO), и на конечном этапе при участии фермента 1 S-нитрозоглутатиона редуктазы (GSNOR1) - в окисленный глутатион (GSSG) и NH_4^+ .

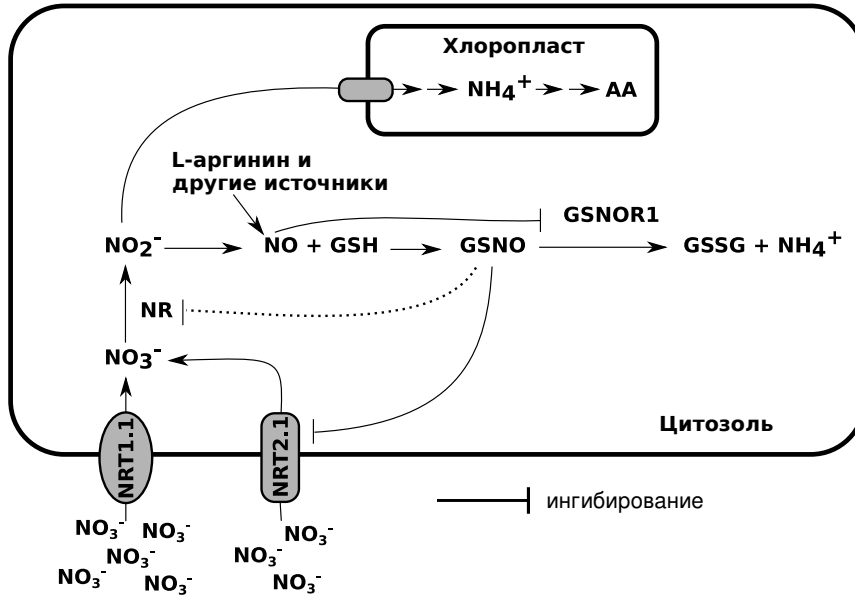


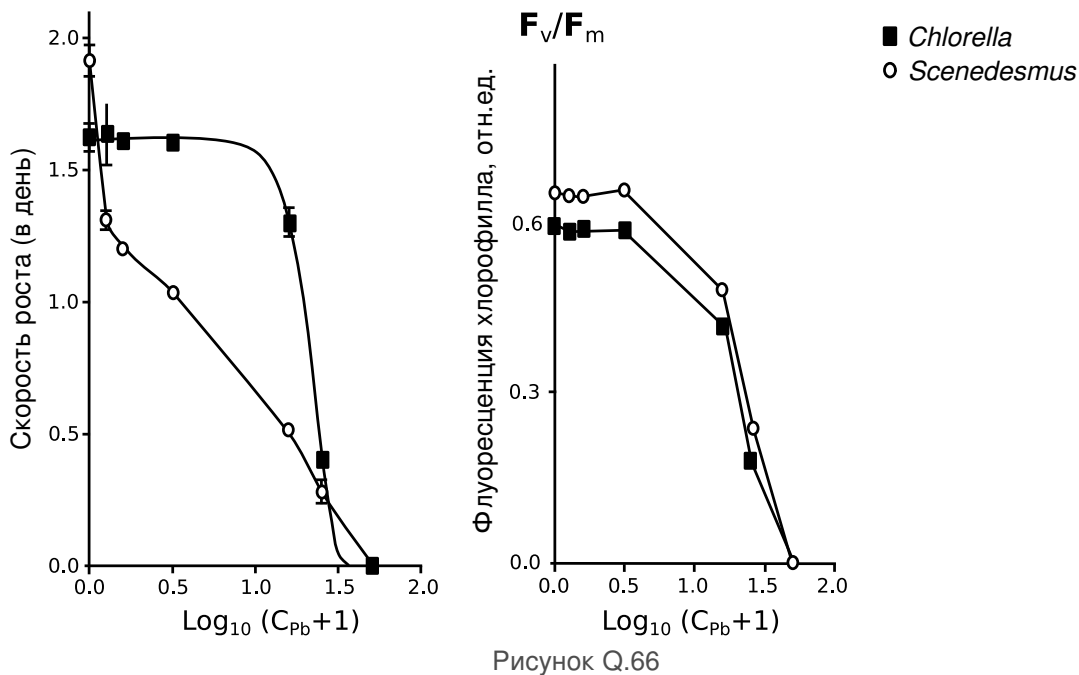
Figure Q.65 Схема контроля ассимиляции азота в растениях через NO сигналинг
Figure Q.65 Схема контроля ассимиляции азота в растениях через NO сигналинг.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений **Верным** или **Неверным**.

- A.** В метаболизме азота в растительных клетках NO является одним из продуктов, однако, играет роль в регуляции образования NH_4^+ и ассимиляции NO_3^- .
- B.** Уровень NH_4^+ в хлоропластах растительных клеток регулируется активностью GSNO.
- C.** Уменьшение содержания ионов NO_2^- наблюдается, главным образом, в цитозоле.
- D.** Ответная реакция NO регулирует ассимиляцию нитратата и регулирует его биодоступность путем модулирования своего собственного метаболизма.

Q.66

Было проведено исследование влияния свинца (Pb), токсичного тяжелого металла, на рост и фотосинтез двух одноклеточных водорослей *Chlorella* и *Scenedesmus*. На рисунке слева показан рост этих штаммов, по-разному отвечающих на концентрацию свинца после 4 дней обработки. По кривой роста (Ke), время удвоения (G) для каждого штамма при каждой концентрации свинца можно определить при помощи уравнения: $G = \ln 2 / Ke$. В правой части **рисунка Q.66** показано влияние свинца на фотосинтез этих штаммов, выраженное соотношением F_v/F_m , чувствительным показателем, который снижается при ослаблении фотосинтеза. Концентрацию свинца, при которой достигается половинный ответ, IC_{50} , можно определить по графику, отражающему зависимость этих процессов от концентрации свинца.



Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Значение IC_{50} роста для *Scenedesmus* была выше таковой для *Chlorella*.
- B.** Снижение уровня фотосинтеза под влиянием Pb вероятно отвечало за снижение роста у *Chlorella*, но не у *Scenedesmus*.
- C.** Значение IC_{50} влияло на соотношение F_v/F_m больше, чем на рост у *Scenedesmus*.
- D.** При концентрации свинца $\text{Log}_{10}([\text{Pb}]+1)$ равной 0.5, *Scenedesmus* размножался быстрее, чем *Chlorella*.

Ученый создал две трансгенные линии растений тополя: не синтезирующую гиббереллин (GA) (GA-дефицитная) и нечувствительную к GA (GA-нечувствительную). Он измерил концентрацию фитогормонов, включая гиббереллины GA1 и GA4, и ауксин IAA, в листьях и корнях трансгенных растений и растений дикого типа (Таблица Q67). Он также измерил рост растений в теплице и в условиях *in vitro* (Рис. Q.67).

Таблица Q.67 Концентрация фитогормонов (нг/г сухого веса) в листьях и корнях растений дикого типа и двух трансгенных типов

Орган	Типы растений	GA1	GA4	IAA
Лист	Дикий тип	58,1 ± 15,4	6,64 ± 3,18	22,5 ± 3,1
Лист	GA-дефицитный	19,9 ± 9,4 **	5,53 ± 2,33 *	21,1 ± 5,9
Лист	GA-нечувствительный	139,6 ± 21,9 **	12,2 ± 3,6 **	19,6 ± 3,7
Корень	Дикий тип	77,1 ± 29,3	2,24 ± 0,74	61,4 ± 4,1
Корень	GA-дефицитный	48,8 ± 9,6 **	1,15 ± 0,62 **	72,9 ± 5,2 *
Корень	GA-нечувствительный	97,7 ± 31,5 **	3,93 ± 0,68 **	69,1 ± 9,7 *

* и ** достоверные различия по сравнению с диким типом при значениях $p=0.05$ и $p=0.01$ по Т-тесту Стьюдента.

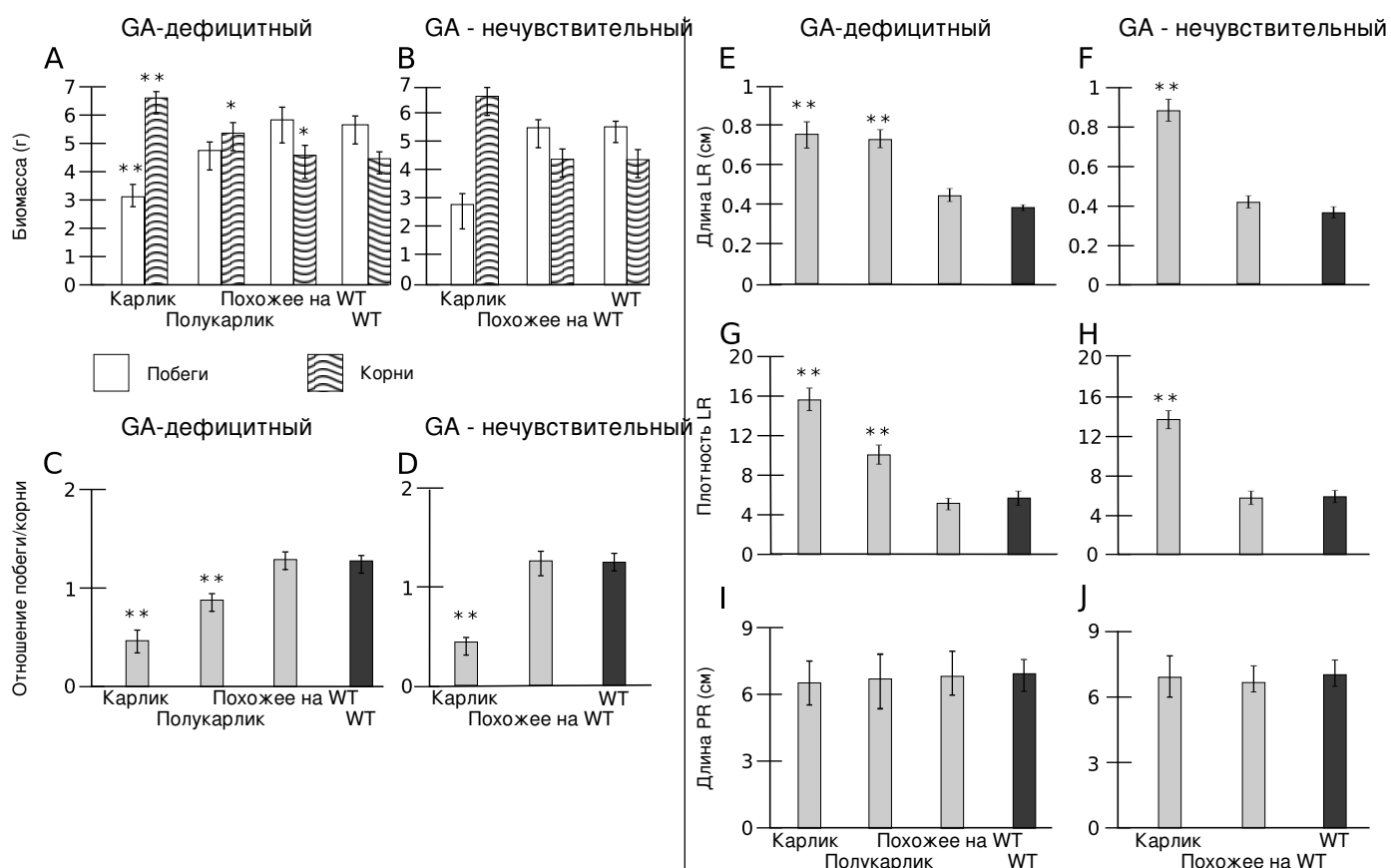


Рис. Q.67. A-D: Корневая и наземная биомасса при выращивании в тепличных условиях. Диаграммы A и B показывают сырую надземную и подземную биомассу: (A) - GA-дефицитных и (B) - GA-нечувствительных трансгенных форм. Диаграммы C и D показывают соотношения надземная/подземная биомасса у: (C) - GA-дефицитных и (D) - GA-нечувствительных трансгенных форм. * и ** показывают значимые отличия.

E-J: Развитие корней у GA-дефицитных и GA-нечувствительных трансгенных линий выращенных *in vitro*. LR - боковые корни, PR - главный корень, * и ** показывают значимые отличия по сравнению с диким типом (WT).

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Тепличные карликовые растения обоих трансгенных типов показывают существенное уменьшение наземной биомассы и увеличение подземной, что приводит к значительному уменьшению соотношения наземная часть/корень по сравнению с контрольным образцом дикого типа.
- B.** Боковых корней больше и они длиннее у самых маленьких карликовых растений по сравнению с контрольными растениями дикого типа.
- C.** Уровень карликовости как у GA-нечувствительных, так и у GA-дефицитных линий положительно коррелирует со степенью образования и удлинения главного корня и боковых корней.
- D.** У растений тополя гиббереллины отрицательно влияют на образование боковых корней, и в этом случае может иметь место взаимодействие между гиббереллинами и ауксином, который регулирует образование боковых корней.

Ученый вырастил растения огурцов при различных условиях питания для получения либо тип супер-завязи, либо тип с нормальной завязью. Он маркировал цветки, когда они появились, и наблюдал за их развитием. Основываясь на окраске и форме, он выделил в развитии венчика четыре последовательные стадии: зеленая почка (G), зелено-желтая почка (GY), желтая почка (Y), и цветение (F). Он также измерил концентрацию регулятора роста растений на различных стадиях развития цветка.

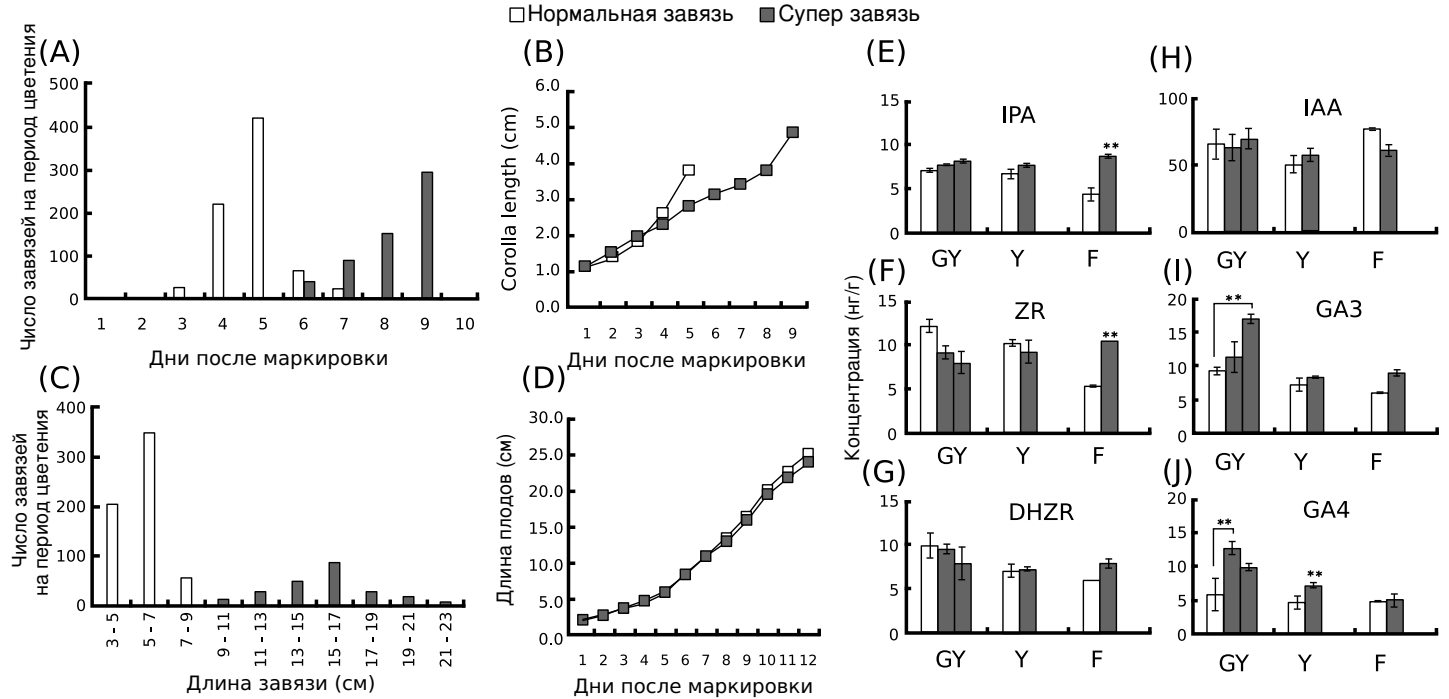


Fig. Q.68 A-D: Морфологическая характеристика нормальной завязи и супер-завязи. E-J: Концентрация цитокининов (IPA, ZR, DHZR), гиббереллинов (GA3, GA4) и ауксина (IAA) на различных стадиях развития цветка. У типа супер-завязь были включены также две промежуточные стадии. ** указывает статистически значимые различия внутри одной стадии развития.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Развитие венчика между стадиями сильно отставало у супер-завязи.
- B.** При цветении супер-завязь была существенно длиннее, по сравнению с нормальной, тогда как после маркировки длина их плодов не различалась.
- C.** Содержание гиббереллинов было повышенным у супер-завязи на начальных стадиях развития венчика, что соответствует большему размеру венчика.
- D.** Цитокинины являются главными регуляторами открывания цветков у огурцов, тогда как ауксин, вероятно, принимает участие в регуляции размера венчика и плода.

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Q.69

На **Рисунке Q.69** показана регуляция секреции HCl обкладочными (париетальными) клетками желудка.

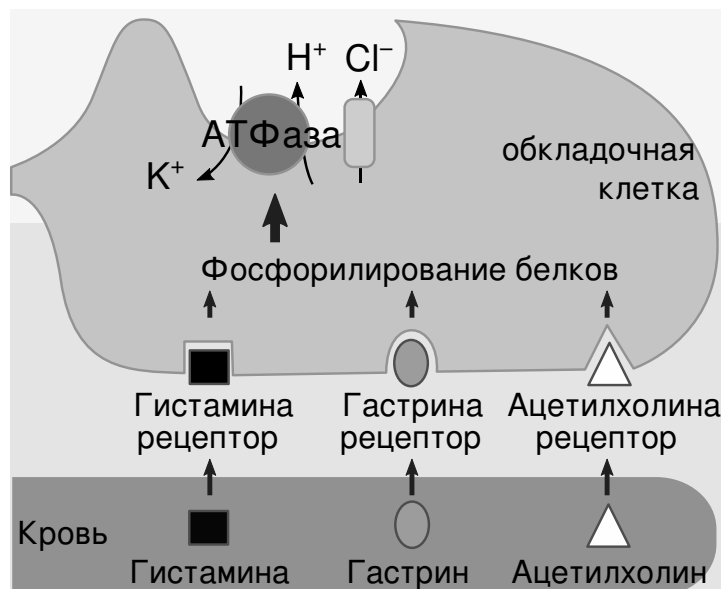


Рисунок Q.69

Четыре лекарства (Лекарство 1 - 4) по-разному ингибируют секрецию кислоты в желудке *in vivo* через один из четырех механизмов: инактивация H⁺/K⁺ АТФазы, блокирование рецептора гистамина, блокирование рецептора гастрина и блокирование рецептора ацетилхолина.

Для ответа на вопрос, по какому механизму эти лекарства ингибируют секрецию кислоты в желудке, был проведен ряд экспериментов. Обкладочные клетки были выделены и выращивались на разных средах. Каждая среда содержала одно из четырех лекарств. К каждой среде, содержащей лекарство, было добавлено одно из трех соединений (гистамин, гастрин, ацетилхолин). В разных культурах измерялась секреция HCl обкладочными клетками. Результаты этих опытов представлены в Таблице.

(-: нет секреции HCl; +: секреция HCl; ?: не показано).

	Без лекарства	Лекарство 1	Лекарство 2	Лекарство 3	Лекарство 4
Без добавок	-	-	-	-	-
Добавлен гистамин	?	?	?	?	-
Добавлен гастрин	?	?	?	+	?
Добавлен ацетилхолин	+	-	?	?	-

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** HCl секретировалась обкладочными клетками в среде, содержащей Лекарство 1 и гистамин.
- B.** Лекарство 2 блокировало рецепторы гастрина.
- C.** Лекарство 3 блокировало рецепторы гистамина.
- D.** В культуре обкладочных клеток, выращенных в среде с добавкой Лекарства 4 и ацетилхолина, наблюдался более низкий уровень внутриклеточного K^+ , чем в клетках, выращенных на среде с добавлением только ацетилхолина.

Q.70

Гликопротеин 4-1BB – это рецептор, экспрессируемый в большом количестве на поверхности активных Т-клеток. Лиганд 4-1BB (4-1BBL) представляет собой молекулу, которая связывается с рецептором 4-1BB и активирует его. Эта молекула экспрессируется в больших количествах на поверхности антигенпрезентирующих клеток. Двухнаправленный сигналинг при взаимодействии 4-1BB и 4-1BBL усиливает активность обоих типов клеток и увеличивает образование и секрецию цитокинов, таких как MCP-1, который стимулирует инфильтрацию лейкоцитов (**Рисунок Q.70**). Недавно в ряде работ была показана взаимосвязь между сигнальным путем, включающим взаимодействие между 4-1BB и 4-1BBL, и рядом заболеваний человека, включая нарушения метаболизма.

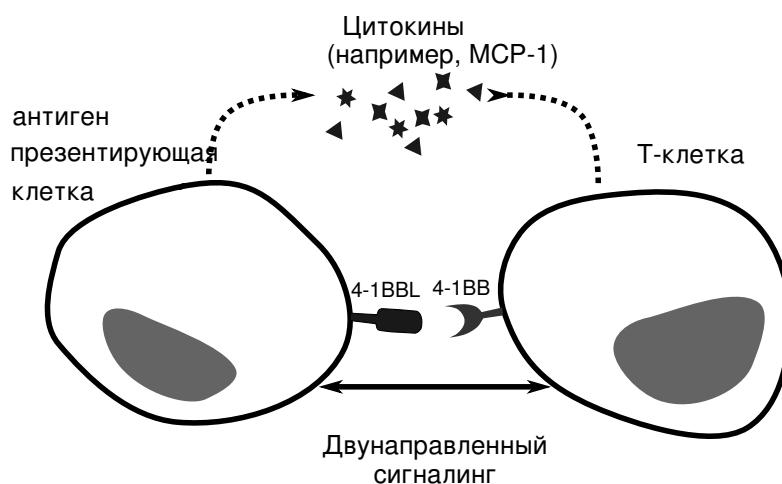


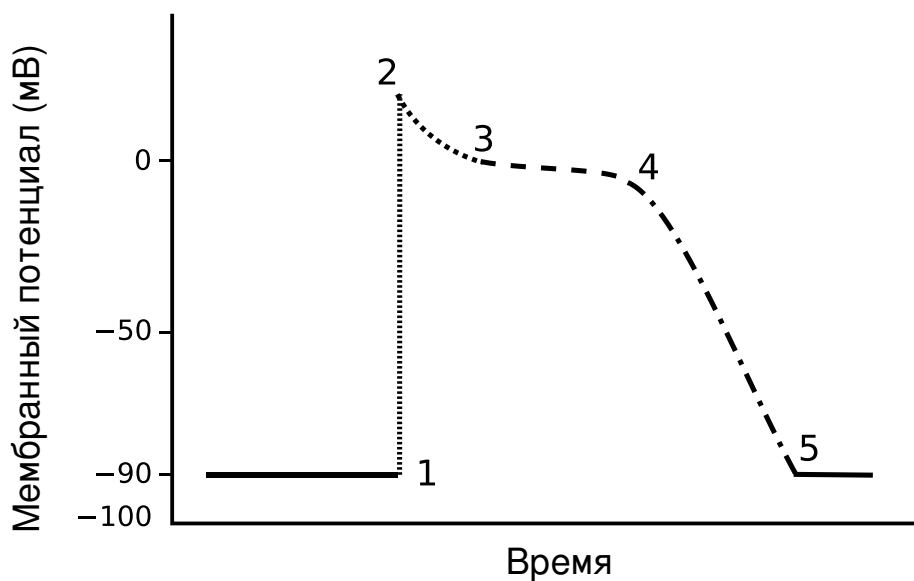
Рисунок Q.70

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений **Верным** или **Неверным**.

- A.** Ингибирование экспрессии 4-1BB тормозит развитие атеросклероза.
- B.** Активация 4-1BB ограничивает действие аутоиммунных заболеваний на организм.
- C.** Все три вида клеток, макрофаги, дендритные клетки и натуральные киллеры, в больших количествах экспрессируют 4-1BBL .
- D.** Блокирование взаимодействия между 4-1BB и 4-1BBL усиливает приживаемость трансплантатов при пересадке органов.

Q.71

Потенциал действия клеток сердечной мышцы отличается от такового в других клетках, таких как клетки скелетных мышц и нейроны. **Рисунок Q.70** показывает разные фазы потенциала действия в клетках сердечной мышцы.



Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Вещество, которое ингибирует поглощение Ca^{2+} саркоплазматическим ретикулумом, увеличивает интервал времени между точками 3 и 4.
- B.** Концентрация K^+ в саркоплазме в точке 2 выше, чем в точке 3.
- C.** Инъекция адреналина снижает интервал времени между точками 1 и 5.
- D.** Величина потенциала действия (от точки 1 до точки 2) снижается, если уровень Na^+ в саркоплазме выше нормального уровня.

Q.72

Паратиреоидный гормон (PTH) играет важную роль в регуляции уровней кальция и фосфата в плазме крови. Рисунок Q.72 показывает изменения уровней PTH, Ca^{2+} , и фосфата (Pi) в плазме крови мышей, которым вводили специфический ингибитор секреции PTH.

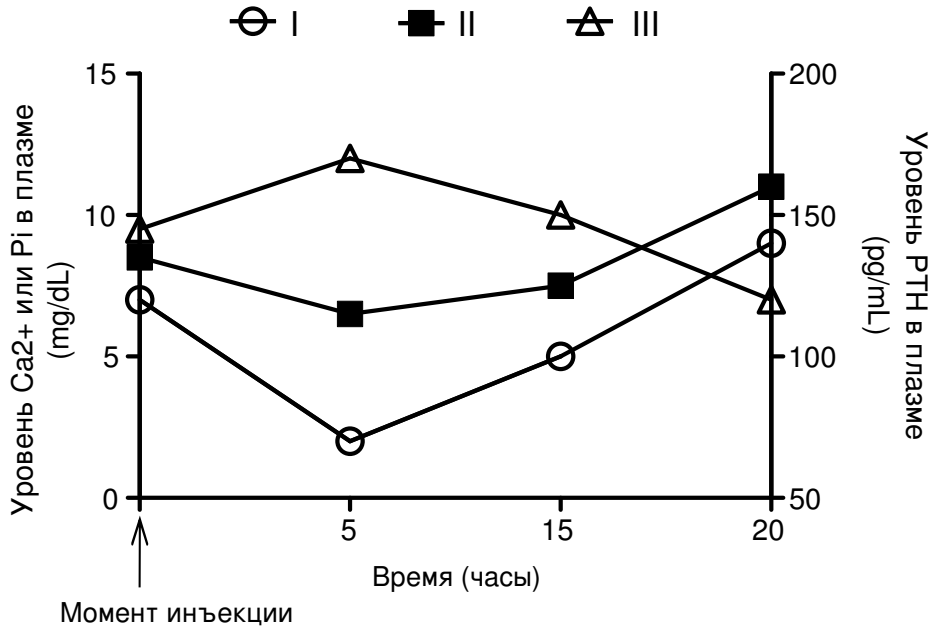


Рисунок Q.72

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений **Верным** или **Неверным**.

- A.** Если Кривая I показывает уровень PTH, то Кривая II и Кривая III, вероятно, показывают уровни Pi и Ca^{2+} соответственно.
- B.** Мыши с PTH-нокаутом должны иметь более высокий уровень Pi в моче по сравнению с мышами дикого типа при том же рационе питания.
- C.** Диета с повышенным содержанием кальция снижает уровень витамина D (активной формы) в плазме здоровых людей.
- D.** Люди с суппрессией кальций-чувствительного рецептора имеют более высокий уровень Ca^{2+} в плазме по сравнению со здоровыми людьми при том же рационе питания.

Q.73

Следующая таблица описывает скорость кровотока в разных частях тела, включая сердечную мышцу, мозг, кожу и кишечник в состоянии покоя и при интенсивных физических упражнениях.

Часть тела	Скорость кровотока (см ³ /мин)	
	В покое	Во время упражнений
I	250	1200
II	500	500
III	500	1000
IV	2500	90

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** В покое синтез АТФ в клетках части тела I обеспечивается, главным образом, за счет окисления жирных кислот.
- B.** Активность рецепторов инсулина в клетках части тела II возросла во время упражнений, что увеличивало поглощение ими глюкозы.
- C.** Увеличение кровотока в части тела III во время упражнений помогает регулировать температуру тела.
- D.** Адреналин снижает кровоток в части тела IV, действуя на β -адренорецепторы.

Q.74

Мужчина при аварии на мотоцикле потерял примерно 700 мл крови в результате повреждения крупной артерии. После аварии давление крови у него было 90/50 ммНг. В ответ на такую кровопотерю можно ожидать определенные изменения физиологических параметров.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Сродство гемоглобина к кислороду в периферических тканях увеличивается.
- B.** Общее сопротивление периферических сосудов увеличивается.
- C.** В клетках синоатриального узла (водителя ритма) происходит гиперполяризация.
- D.** В мозге и коронарных артериях происходит вазоконстрикция (сужение просвета кровеносных сосудов).

Q.75

Обычно заболевания органов дыхания подразделяют на обструктивные и рестриктивные заболевания. Для обструктивных заболеваний характерно уменьшение скорости прохождения воздуха по дыхательным путям. Для рестриктивных заболеваний характерно уменьшение объёма легких.

Рисунок Q.75 показывает форму кривых поток воздуха-объём, измеренных при форсированном вдохе и форсированном выдохе, у здоровых людей и у четырех пациентов, имеющих 4 разных типа обычных респираторных заболеваний.

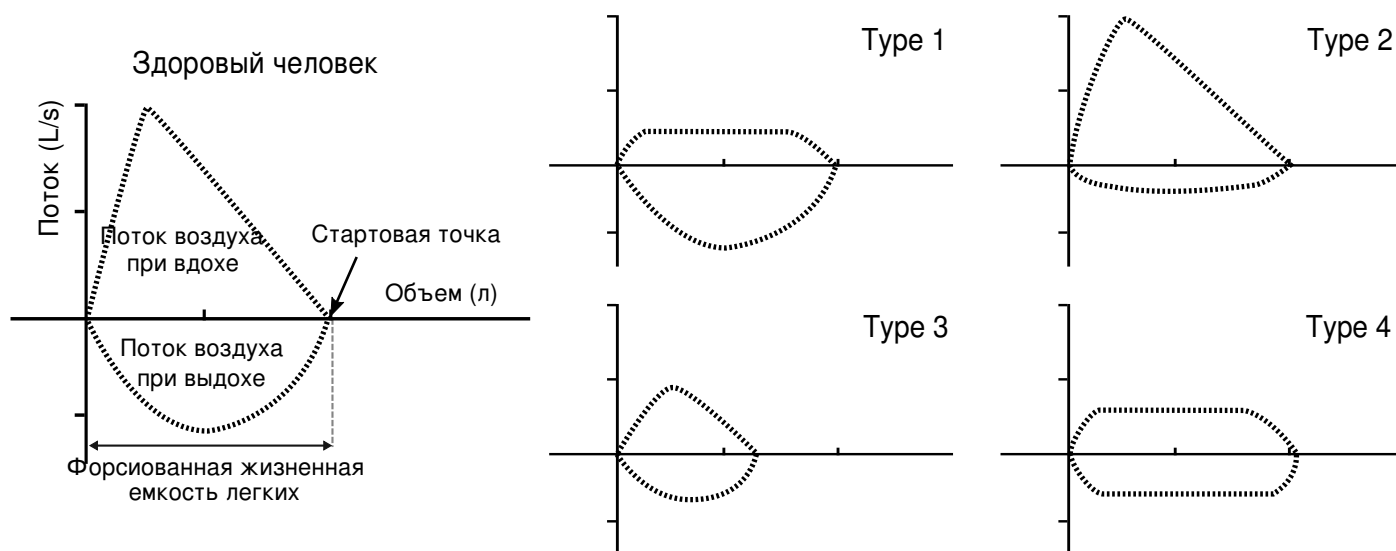


Рисунок Q.75

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

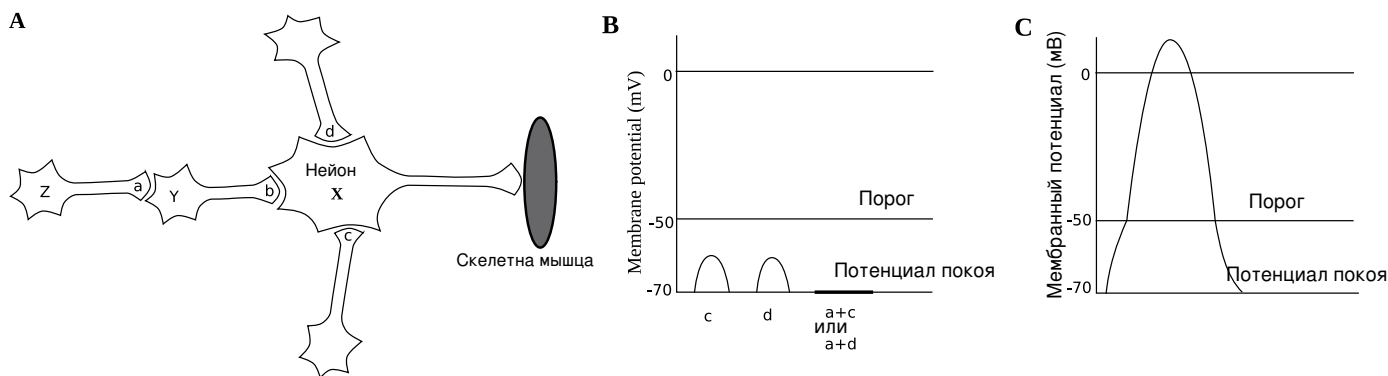
- A.** Значение рН крови у пациента с заболеванием Типа I выше, чем у здоровых людей.
- B.** Длительность усиленного вдоха у пациентов с заболеванием Типа 2 короче, чем у здоровых людей.
- C.** У пациента с заболеванием Типа 3 скорость дыхания выше, чем у здоровых людей.
- D.** Остаточный объём у пациента с заболеванием Типа 4 выше, чем у здоровых людей.

Q.76

На **Рисунке Q.76А** показан нейрон X, получающий сигналы прямым путем от трех разных нервных окончаний *b*, *c* и *d*. Нейрон Y получает сигналы от нервного окончания *a*.

На **Рисунке Q.76В** показаны разные постсинаптические потенциалы, записанные у нейрона X после получения им сигналов прямым путем от окончаний *b*, *c*, и *d* и непрямым путем от окончания *a*.

На **Рисунке Q.76С** показан потенциал действия, записанный у нейрона Y, после получения им сигналов от пресинаптического окончания *a*.



Рисунки Q.76А, В и С.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- Потенциалы действия могут возникать у нейрона X, если быстро возбуждать нервное окончание *c*.
- Если одновременно стимулировать три нервных окончания *a*, *c* и *d*, то постсинаптические потенциалы, записанные у нейрона X меньше, чем таковые при одновременной стимуляции нервных окончаний *c* и *d*.
- Нервное окончание *a* выделяет тормозной нейромедиатор и нервное окончание *b* выделяет возбуждающий нейромедиатор.
- В теле млекопитающих существует много нейронов, подобных нейронам Z, Y, X. Нейроны Z, Y, X являются сенсорными нейронами, ингибиторными нейронами (клетками Реншоу) и моторными нейронами соответственно. Если введенное в тело вещество (например, стрихнин) блокирует рецепторы глицина, то диафрагма полностью сократится и останется в сокращенном состоянии.

Q.77

Был проведен ряд экспериментов по изучению регуляции секреции гормонов и влияния различных лекарств на активность желез внутренней секреции у крыс. Крысы были разделены на разные группы, которым вводили разные гормоны или лекарства. При этом анализировались некоторые физиологические параметры.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений **Верным** или **Неверным**.

- A.** У группы крыс, которым вводили лекарство, снижающее чувствительность гипоталамуса к кортизолу, наблюдается более высокие уровни глюкозы и инсулина в плазме крови, по сравнению с группой крыс, которым вводили лекарство, снижающее чувствительность рецепторов адренокортикотропного гормона (АКТГ).
- B.** У группы крыс, которым вводили лекарство, увеличивающее чувствительность гипоталамуса к тироксину, наблюдается более высокая скорость метаболизма и более высокая температуры тела по сравнению с группой крыс, которым вводили лекарство, повышающее чувствительность клеток-мишеней к тиреолиберину (тиреотропин релизинг гормону, ТРГ).
- C.** У группы крыс, которым вводили пропилтиоурацил (блокирует синтез тироидного гормона) наблюдается уменьшение размера щитовидной железы и веса тела по сравнению с группой крыс, которым вводили плацебо.
- D.** У группы крыс, которым вводили тиреотропный гормон (ТТГ), наблюдается уменьшение размера гипофиза и увеличение размера надпочечников по сравнению с группой крыс, которым вводили кортиколиберин (кортикотропин релизинг гормон, КРГ).

Q.78

Было проведено исследование изменения уровня концентрации кортизола в слюне и концентрации 2-АГ (2-арахидонилглицерина) в крови у двух групп людей, подверженных и не подверженных морской болезни (укачиванию), во время полетов по параболической траектории (ППТ). Во время ППТ уровни кортизола и концентрации 2-АГ в крови были измерены в образцах, взятых уже во время полета непосредственно перед началом ППТ (T0), после 10 парабол (T1), 20 парабол (T2), и 30 парабол (T3), окончания ППТ (T4) и через 24 ч после ППТ (T5). Результаты показаны на **Рисунке Q.78**.

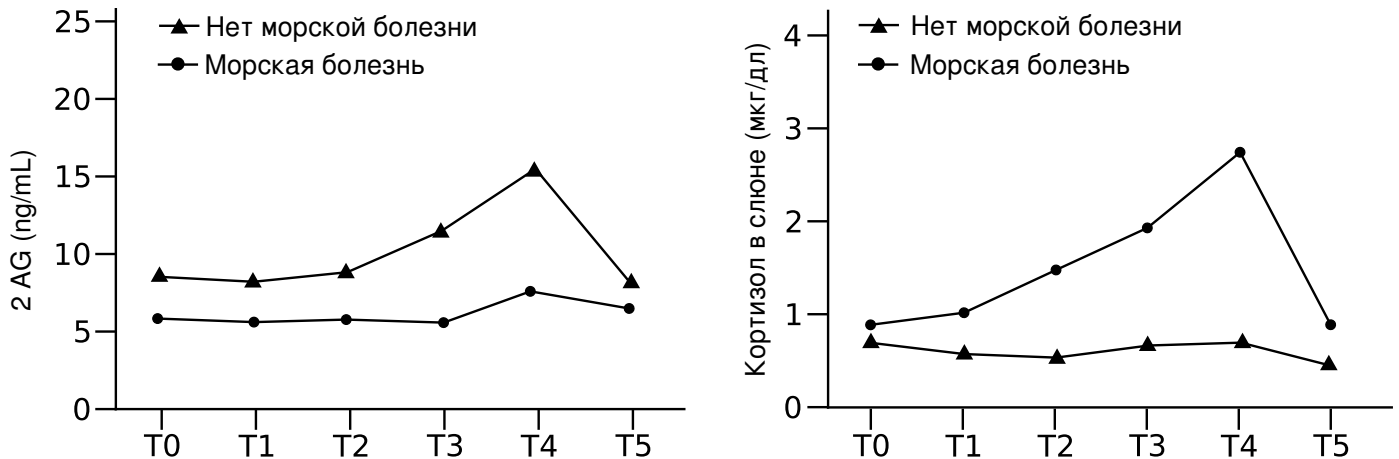


Рисунок Q.78

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A. Для лечения морской болезни можно применять ингибитор 2-АГ.
- B. В группе подверженных морской болезни уровень глюкозы в крови в точке T4 был выше, чем в точке T1.
- C. В точке T2 уровень адренокортикотропного гормона (АСТН) в крови был выше в группе людей, не страдающих морской болезнью, по сравнению с группой людей, подверженных этому заболеванию.
- D. В группе больных морской болезнью уровень кортиколиберина (CRH) в крови в точке T5 был ниже, чем в точке T2.

Q.79

Если человека, родившегося и выросшего на уровне моря, перенести вертолетом в местность, лежащую на высоте 3000 метров над уровнем моря, в его организме произойдут некоторые адаптационные изменения для компенсации сниженного давления кислорода на высокогорье.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений **Верным** или **Неверным**.

- A.** В момент прибытия человека на высокогорье кривая диссоциации оксигемоглобина сдвигается влево (что указывает на более высокое сродство гемоглобина к кислороду).
- B.** После нескольких дней пребывания на высокогорье вязкость крови у человека снижается, позволяя его крови доставлять больше кислорода к тканям.
- C.** После нескольких недель пребывания на высокогорье в клетках легких этого человека образуется больше оксида азота (NO).
- D.** Многие люди, быстро поднявшиеся на высокогорье, ощущают в определенной степени симптомы острой горной болезни (головную боль, недомогание и тошноту). Это состояние можно лечить с помощью лекарства, которое приводит к выделению бикарбоната с мочой.

Q.80

Рисунок Q.80 показывает взаимосвязь между концентрацией кислорода и парциальным давлением кислорода (P_{O_2}) в крови двух видов позвоночных (виды *a* и *b*). Каждый образец был подвергнут двум уровням давления углекислого газа (P_{CO_2}): кривая I представляет величины, измеренные при нормальном P_{CO_2} и кривая II представляет величины, измеренные при повышенном P_{CO_2} . Кровь, проходящая через легкие, у двух видов в норме имеет P_{O_2} равное 100 ммHg, а деоксигенированная кровь, покидающая ткани, имеет P_{O_2} равное 40 ммHg.

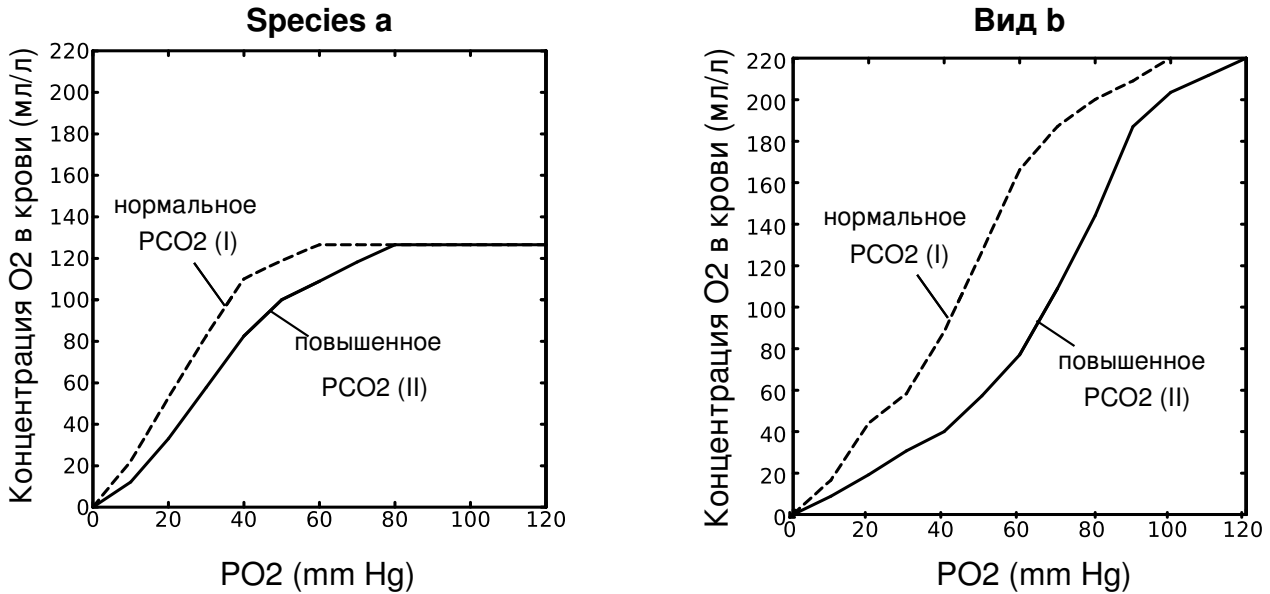


Рисунок Q.80

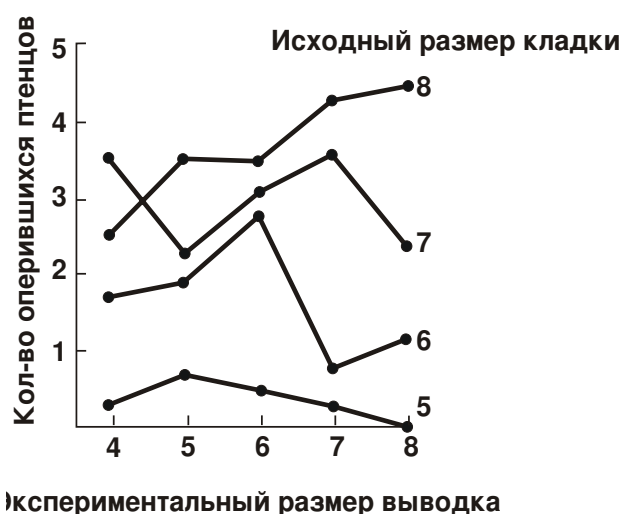
Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений **Верным** или **Неверным**.

- A.** Если сравнить кривую I вида *a* с кривой I вида *b*, можно предположить, что концентрация O_2 в крови в легких вида *a* будет выше, чем таковая вида *b*.
- B.** Если экспонировать деоксигенированную кровь двух видов при одинаковом уровне P_{CO_2} и повышенном уровне P_{O_2} , то первой насытится O_2 кровь вида *a*.
- C.** Если кривые I и II представляют собой P_{CO_2} оксигенированной и деоксигенированной крови соответственно, то у вида *b* из литра крови при ее прохождении через ткани выделится менее 160 мл O_2 .
- D.** У вида *a* увеличение P_{CO_2} в крови уменьшает сродство гемоглобина к кислороду, но не оказывает влияния на максимальную кислородную емкость крови.

ЭТОЛОГИЯ

Q.81

В экспериментальном исследовании сороки *Pica Pica*, проведенном в Швеции, Горан Högstedt манипулировал с исходным размером кладки (показан справа на графике) экспериментальных птиц для того, чтобы получить кладки разного размера у разных групп птиц (в зависимости от исходного размера кладки), как показано на оси X. Количество успешно оперившихся молодых птиц при различных условиях показано на Y-оси. Пищевое обилие и качество территории, как полагают, связаны с размером выводка. Интенсивность поедание хищниками ниже в случае больших выводков.



Изучив представленные данные, укажите в листе ответов, является ли каждое из утверждений верным или неверным.

- A. В целом, птенцы лучше выживают в экспериментально созданных больших выводках.
- B. Интенсивность размножения птиц ближе всего к тому показателю, который максимизирует их индивидуальный успех размножения.
- C. У птиц, обитающих на территории высокого качества, как правило, выводки больше.
- D. Экспериментально измененные выводки больше голодают.

Q.82

Изучено поведение двух видов крабов-скрипачей (группа манящих крабов) одинаковых размеров (*Uca latimanus* и *U. musica*), которые живут совместно в одной и той же среде обитания. Самцы строят навесы над своими норками для привлечения самок. Поиск партнера является опасной активностью для самок краба-скрипача, так что эти самки могут быть вынуждены сделать неоптимальный выбор самца ради своей собственной безопасности, особенно в тех районах, где плотность самцов их вида более низкая. На рисунке **Q.82** ниже показано, как часто самки двух видов приближались к самцам, а также к норкам (с навесами и без навесов) самцов своего вида.

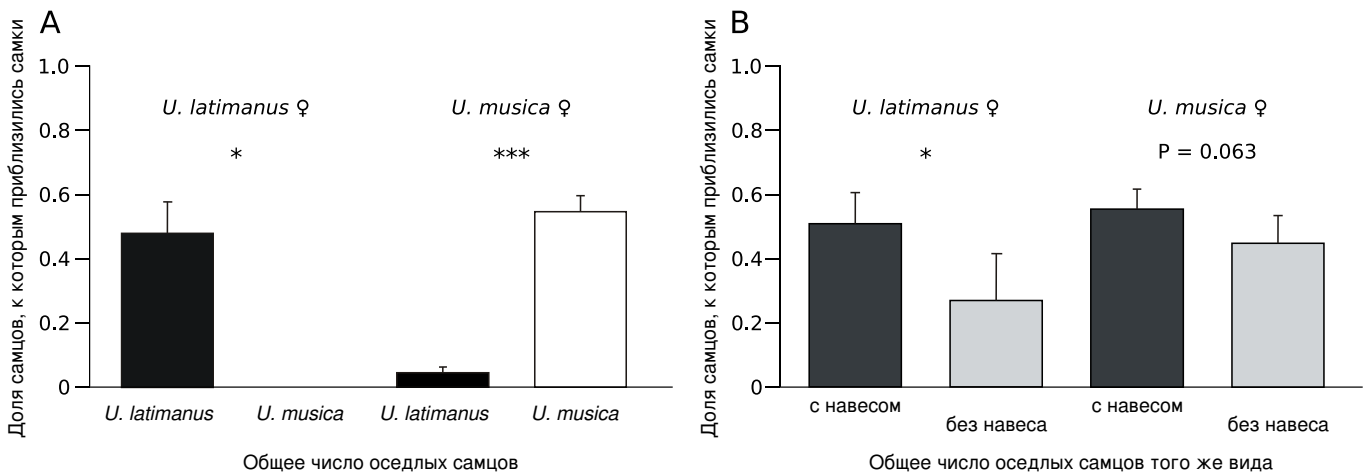


Рисунок Q82. (А) Средняя (\pm SE стандартная ошибка) доля оседлых самцов *Uca latimanus* и *U. musica* . к которым приблизились странствующие самки *U. latimanus* и *U. musica* . * $P < 0,05$; *** $P < 0,0001$. (В) Средняя (\pm SE стандартная ошибка) доля оседлых самцов того же вида с навесами над норками и без них, к которым приблизились странствующие самки *U. latimanus* и *U. musica* . * $P < 0,05$.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений **Верным** или **Неверным**.

- Самки обоих видов чаще приближались к самцам своего вида, чем к самцам другого вида.
- Привлекательность навесов над норками для самок *U. musica* не так сильна, как у *U. latimanus*
- Самцы крабов готовы ухаживать за каждой самкой, независимо от их вида, что используется самками, ищущими укрытия и стремящимися избегать хищников.
- Перекрытие используемых местообитаний данных двух видов близких по размеру крабов не оказывает никакого влияния как на особей, подающих сигналы, так и на особей их принимающих.

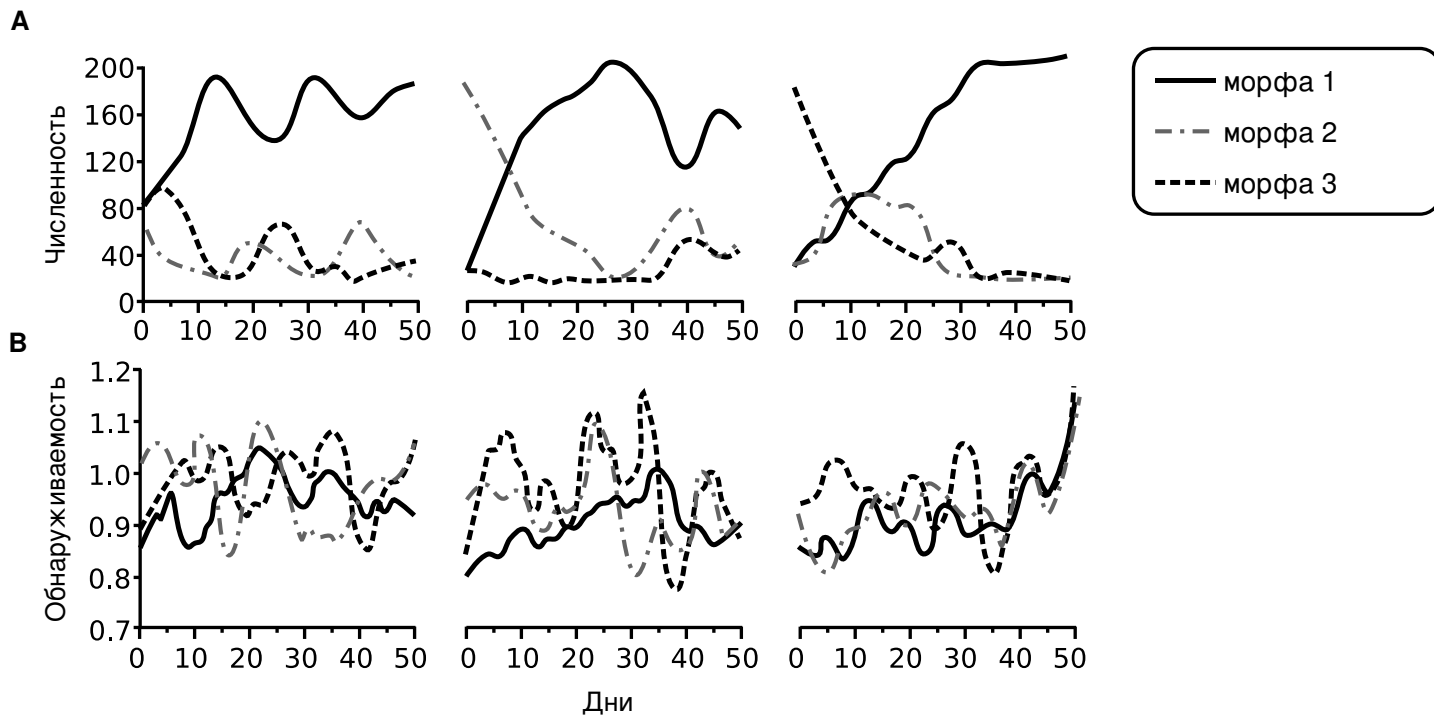
Q.83

Три морфы полиморфного вида моли *Catocala* различаются только рисунком на передних крыльях.

В эксперименте шесть голубых соек (*Cyanocitta cristata*) искали добычу на экране компьютера в серии испытаний.



В каждом испытании используется экран, на котором показывалось наличие или отсутствие бабочек трех различных морф. Если птица находит бабочку, она вознаграждается пищей. В течение 50 дней для каждой птицы провели 36 испытаний с добычей и 84 испытаний без добычи. Были проведены три повторности, причем вторая повторность включает большую долю морфы 2 и третья повторность начинается с большим относительным обилием морфы 3.



А, Численность популяций трех морф.

В, Выявляемость добычи.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений **Верным** или **Неверным**.

- А.** Морфа 1 оказалась наиболее криптической (незаметной)
- В.** Относительное количество "особей", которые избежали обнаружения, определяет обилие каждого типа добычи.
- С.** Из данных можно сделать вывод, что преимущественное поедание голубой сойкой преобладающей морфы бабочек, максимизирует успех соек в добывании корма.
- Д.** Полиморфизм поддерживается в популяции благодаря частотно-зависимому отбору хищниками.

ГЕНЕТИКА И ЭВОЛЮЦИЯ

Q.84

У организма имеется 4 гена, А, В, С и D, у каждого из которых 2 аллеля. Особь, гетерозиготная по всем этим генам была скрещена с рецессивной гомозиготой по всем этим генам. В результате было получено 3288 потомков, фенотипы которых приведены в таблице ниже.

Фенотипы	Число особей
ABCD	675
ABCd	83
ABcD	1
ABcd	74
AbCD	73
AbCd	1
AbcD	84
Abcd	670
aBCD	655
aBCd	86
aBcD	1
aBcd	73
abCD	71
abCd	1
abcD	87
abcd	653

Для каждого утверждения укажите в Листе Ответов, является оно Верным или Неверным

- A.** Все 4 локуса сцеплены.
- B.** Расстояние между генами В и D составляет 9 сМ.
- C.** Расстояние между генами С и D составляет 10,5 сМ.
- D.** Интерференция меньше, чем 0,25. Интерференция = $1 - (\text{наблюдаемая частота двойных кроссинговеров} / \text{ожидаемая частота двойных кроссинговеров})$.

Q.85

В норме растение имеет красные цветки. Селекционеры вывели три мутантные линии белоцветковых растений (обозначены а, b и с). Затем они провели скрещивания и наблюдали следующие фенотипы в потомстве.

Скрещивание	Родители	Потомки
1	линия а х линия b	F ₁ все белые
2	линия а х линия с	F ₁ все красные
3	линия b х линия с	F ₁ все белые
4	красные F ₁ от скрещивания 2 х линия а	1/4 красных: 3/4 белых
5	красные F ₁ от скрещивания 2 х линия b	1/8 красных : 7/8 белых
6	красные F ₁ от скрещивания 2 х линия с	1/2 красных: 1/2 белых

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Линия а гомозиготна по мутации только в одном гене.
- B.** Линия b гомозиготна по двум мутациям, имеющимся также у линии с.
- C.** Линия с гомозиготна по мутации, имеющейся также у линии а.
- D.** Линия b гомозиготна по мутациям в трех генах.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

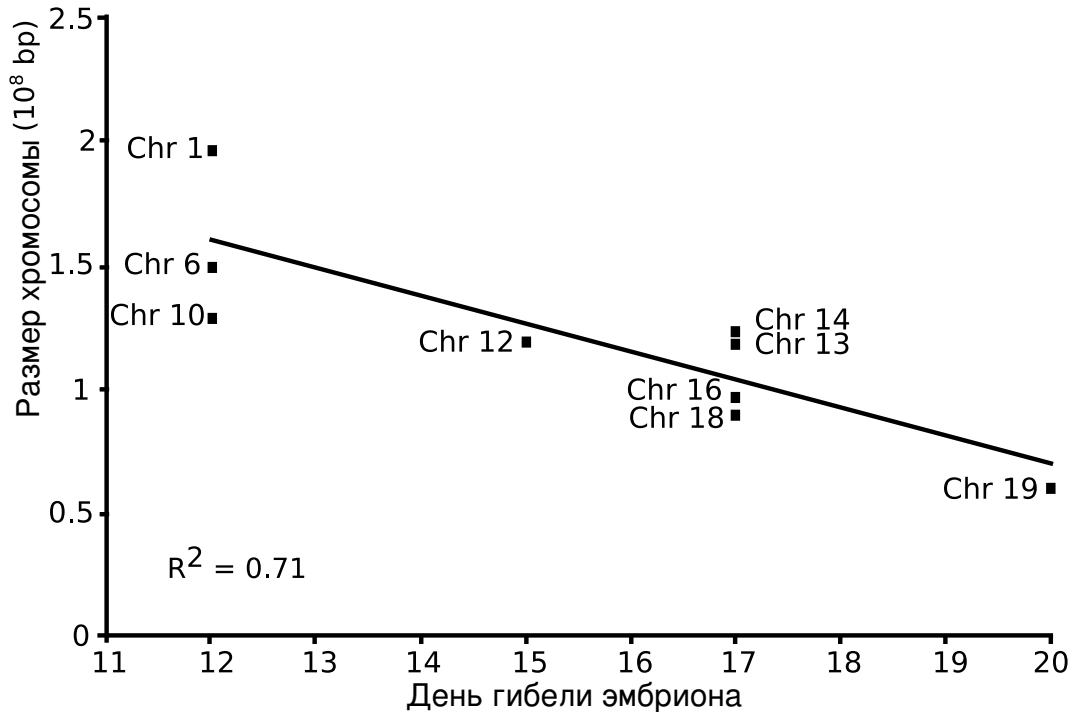
- A.** Если рецессивный аллель является летальным в гомозиготном состоянии, а соответствующий доминантный аллель мутирует в рецессивный с частотой 10^{-6} , то частота летального аллеля в состоянии равновесия между мутационным процессом и отбором составит примерно 0,001.
- B.** Если частота рецессивного летального аллеля составляет 0,2 и остается неизменной на протяжении поколений из-за селективного преимущества гетерозигот, то коэффициент отбора против доминантных гомозигот должен равняться 0,025.
- C.** Отбор в пользу рецессивных аллелей менее эффективен, чем отбор против рецессивных аллелей.
- D.** В большой популяции со случайным скрещиванием частота аутосомного рецессивного летального аллеля составляет 0,2. Его частота в следующем поколении составит 0,07, если гомозиготы погибают до размножения.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Некоторые типы рака толстой кишки могут вызываться рецессивными мутациями, хотя характер наследования заболевания будет похожим на наследование доминантного признака.
- B.** У одного пациента нормальные клетки имеют один мутантный аллель гена *p53*, тогда как раковые клетки имеют два одинаковых мутантных аллеля *p53*. В этом случае второй мутантный аллель мог возникнуть в результате конверсии генов.
- C.** Некоторые типы рака эффективно лечатся препаратами, которые вызывают деметилирование. Можно предположить, что гены, мутации в которых вызывают эти типы рака, скорее всего, являются онкогенами, а не онкосупрессорами.
- D.** Хромосомные инверсии могут приводить к появлению онкогенов.

Q.88

Эмбрионы мыши, являющиеся трисомиями по одной из 20 хромосом (всего 20 разных типов мышей) наблюдались во время эмбрионального развития. На рисунке **Q.88** показана зависимость уровня их выживаемости от размера хромосомы, представленной тремя копиями.



Исходя из данной информации, укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Хромосома 19, скорее всего, кодирует меньше всего транскриптов по сравнению с другими хромосомами, приведенными на графике.
- B.** Тяжесть дефектов, вызванных нарушением числа хромосом, определяется только общим количеством генетического материала (ДНК) на дополнительной хромосоме.
- C.** Считая, что роль генов хромосом 1 и 10 в эмбриональном развитии одинакова, можно предположить, что плотность расположения генов на хромосоме 1 меньше, чем на хромосоме 10.
- D.** Гены, расположенные на хромосоме 12, скорее всего, более важны для эмбрионального развития, чем гены на хромосоме 13.

мРНК эукариот часто замыкаются в петли в цитоплазме. Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений о таких замкнутых петлях Верным или Неверным.

- A.** Замыкание происходит за счет образования фосфодиэфирной связи между 5' и 3' концами мРНК.
- B.** Замыкание повышает стабильность мРНК.
- C.** Замыкание увеличивает скорость перемещения рибосомы по мРНК.
- D.** Контроль замыкания является одним из механизмов пост-транскрипционной регуляции экспрессии генов.

Q.90

На родословных 1-4 показано наследование четырех разных **редких** заболеваний. Известно, что заболевание на родословной 4 является X-сцепленным рецессивным.

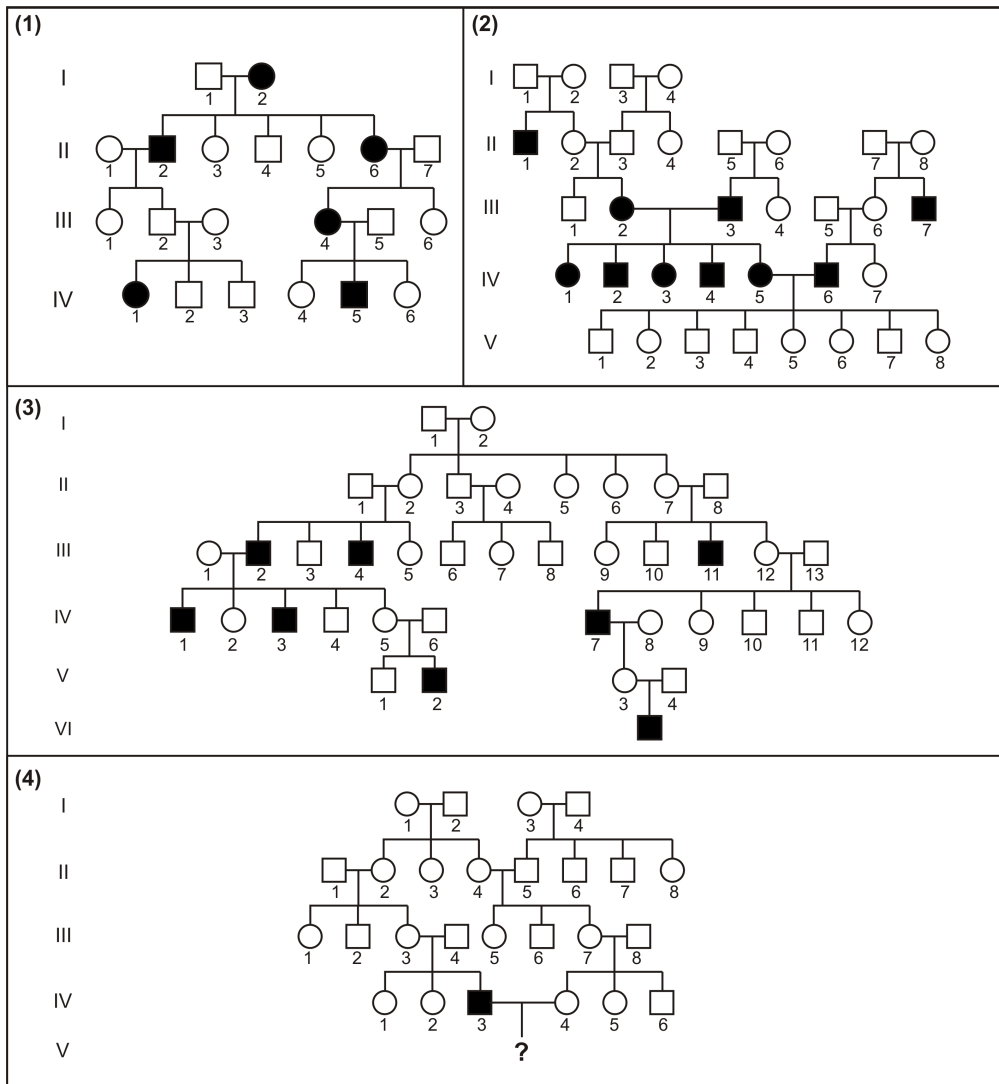


Рисунок Q.90

Изучите родословные и укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Заболевание в родословной 1, скорее всего, вызывается рецессивным аллелем.
- B.** Индивидуумы III₂ и III₇ в родословной 2 имеют один и тот же генотип.
- C.** В родословной 3 показано наследование заболевания, которое может быть вызвано рецессивным аллелем на X-хромосоме.
- D.** Если у больного мужчины и его здоровой жены из родословной 4 родится сын, то вероятность того, что этот сын будет болен, равна 0,125.

Q.91

Полиморфные участки ДНК широко используются для идентификации личности. Короткие tandemные повторы (STR) состоят из множества повторяющихся единиц длиной от 2 до 8 нуклеотидов. STR-локусы фланкированы консервативными последовательностями. Каждый STR-локус имеет более двух аллелей. Однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) - это однонуклеотидные позиции, в которых наблюдаются различия между индивидуумами. Обычно каждый SNP имеет два аллеля. Семь индивидуумов были прогенотипированы по двум аутосомным и двум митохондриальным (mtDNA) SNP, а также по двум аутосомным и двум сцепленным с Y-хромосомой (NRY) STR (**Таблица Q.91**).

Individuals	Аутосомы				NRY		mtDNA	
	SNP1	SNP2	STR1	STR2	STR1	STR2	SNP1	SNP2
Ind_1	A/A	A/A	13/15	18/20	13	12	C	A
Ind_2	A/C	A/G	12/14	18/21	13	15	T	A
Ind_3	C/C	A/G	14/15	18/21	13	15	C	G
Ind_4	A/C	G/G	13/15	19/19	11	14	T	G
Ind_5	C/C	A/G	14/15	18/19	-	-	C	G
Ind_6	A/C	G/G	14/14	18/19	-	-	T	G
Ind_7	C/C	G/G	14/16	19/21	-	-	C	A

Таблица Q.91

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений **Верным** или **Неверным**.

- A.** Если использовать одинаковое число SNP или STR, SNP лучше подходят для того, чтобы отличать индивидуумов друг от друга, чем STR.
- B.** Ind_6 с большей вероятностью, чем Ind_3, является ребенком пары Ind_2 и Ind_5.
- C.** Ind_4 вероятно является братом Ind_6.
- D.** Ind_7 может быть внучкой пары Ind_1 и Ind_6.

Q.92

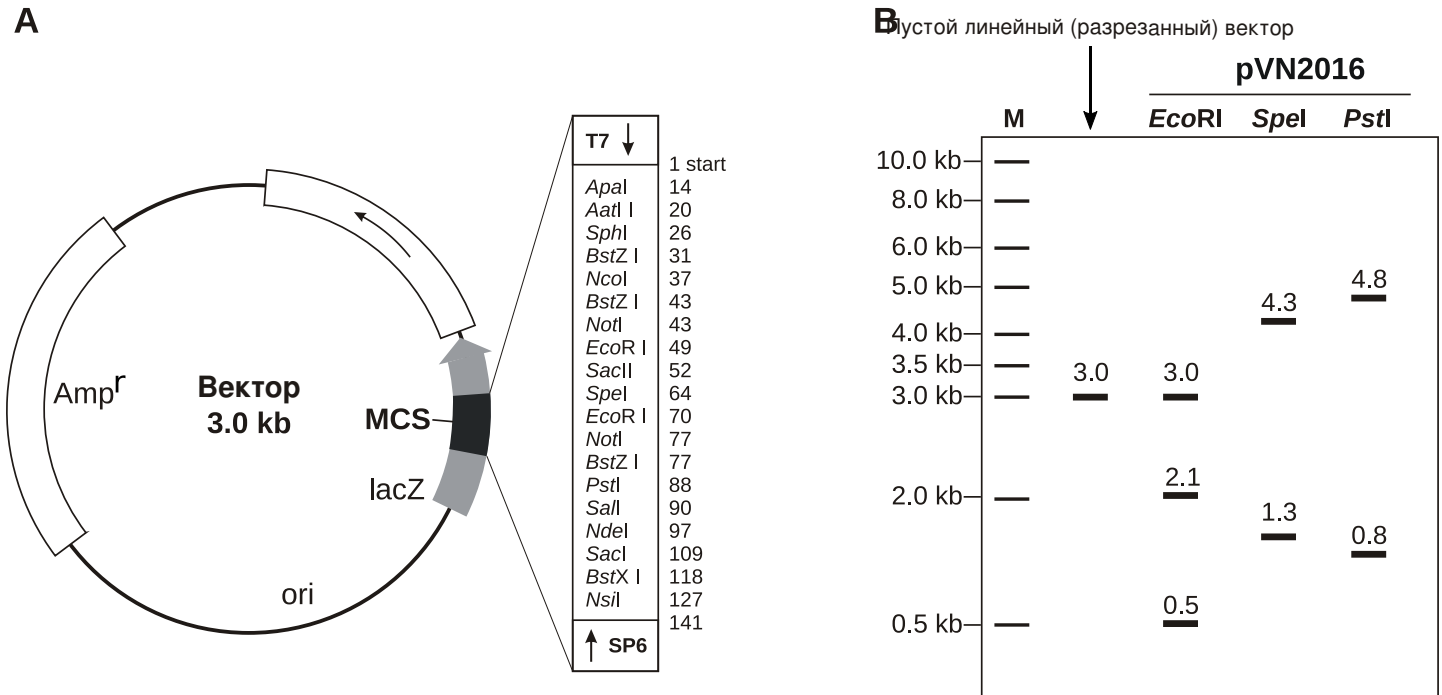
Самка *Drosophila* дикого типа была скрещена с самцом дикого типа, которого предварительно облучили рентгеном. Одна из самок из F1 была скрещена с самцом, имевшим рецессивный фенотип, вызванный рецессивным аллелем *a*. Потомство второго скрещивания было необычным в двух отношениях. Во-первых, самок было в два раза больше, чем самцов. Во-вторых, хотя все самцы были дикого типа, 1/2 самок были дикого типа, а вторая половина имела рецессивный фенотип *a*.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Облучение привело к тому, что доминантный аллель *A*, расположенный на X хромосоме и кодирующий дикий тип, превратился в рецессивный аллель *a*.
- B.** Облучение привело к возникновению хромосомной транслокации.
- C.** На одной из пар хромосом во время профазы мейоза 1 может наблюдаться петля у самки F1, взятой в скрещивание.
- D.** Если самку из потомства от второго скрещивания с рецессивным фенотипом (*a*) скрестить с самцом дикого типа, то среди их потомства соотношение между самками и самцами будет 2:1.

Q.93

Мистер Трунг клонировал кодирующую последовательность (CDS) гена в вектор и назвал полученную плазмиду pVN2016. Данная CDS была вставлена в вектор по рестрикционному сайту для *SacII*, расположенному в полилинкере (MCS) внутри гена *lacZ* (рисунок **Fig.Q.93A**). Вставка имеет рестрикционный сайт для *PstI*, расположенный на 0,8 т.п.н. выше стоп-кодона данной CDS. Чтобы определить размер и ориентацию вставленной CDS мистер Трунг разрезал плазмиду разными рестриктазами. Результаты показаны на рисунке **Q.93B**.



А) Схематическая карта вектора, числами обозначены положения сайтов рестрикции; В) Схематическое изображение электрофореза фрагментов ДНК, полученных в результате рестрикции разными ферментами

Исходя из представленной информации, укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** CDS имеет длину 2,6 т.п.н. и содержит сайт для *EcoRI* на расстоянии примерно 0,5 т.п.н от одного из ее концов.
- B.** *SpeI* можно использовать для определения ориентации CDS.
- C.** CDS ориентирована в том же направлении, что и ген *lacZ*.
- D.** Если плазмиду pVN2016 одновременно разрезать *SpeI* и *EcoRI* буфере Tango (в этом буфере *EcoRI* и *SpeI* разрезают с эффективностью 100% и 20% соответственно), на геле после электрофореза можно будет увидеть пять фрагментов размером: 0,5; 0,8; 1,3; 2,1 и 3,0 т.п.н. (Считайте, что фрагменты короче 50 п.н. на геле не видны).

Q.94

Ученые построили модели для четырех находящихся под угрозой видов деревьев в субтропических лесах во Вьетнаме, и использовали эти модели для оценки возрастов деревьев (рис Q.94). Возраст дерева измеряется по количеству колец и диаметру ствола на высоте груди (DBH). Темпы роста были классифицированы в зависимости от изменения DBH на определенное число категорий (от 10 до 1000). Модель с 1000 категориями соответствует измерению прироста ствола с наименьшим шагом.

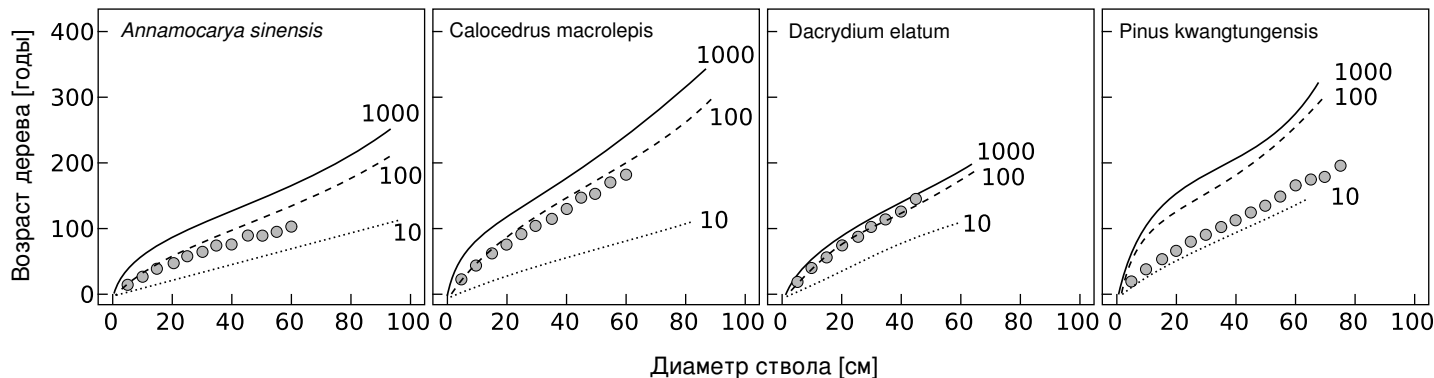


Рисунок Q 94. Оценочные (линии) и наблюдаемые (кружки) возраста для категорий DBH четырех видов деревьев.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Использование наименьшего числа категорий дает наиболее точную информацию о возрасте дерева *P. kwangtungensis*.
- B.** Оцениваемый возраст для *D. elatum* особенно резко возрастает при переходе от модели со 100 категориями к модели с 10 категориями.
- C.** Модель с 10 категориями DBH дает наиболее заниженную оценку наблюдаемым возрастам для трех видов.
- D.** Для *D. elatum*, модели как со 100, так и с 1000 категорий даст точную оценку возраста дерева, в то время как для оценки возраста *C. macrolepis*, только модель со 100 категориями дает надежную оценку.

Q.95

Для того, чтобы понять влияние нескольких факторов на растения (*Agrimonia rostellata* и *Trillium erectum*) в лесных экосистемах, студенты пересаживали сеянцы на экспериментальные участки и наблюдали долю выживших саженцев, растущих с аборигенной и неаборигенной растительностью, в присутствии слизней и без них, а также с низкой и высокой плотностью популяции дождевого червя. Результаты показаны на рисунке ниже.

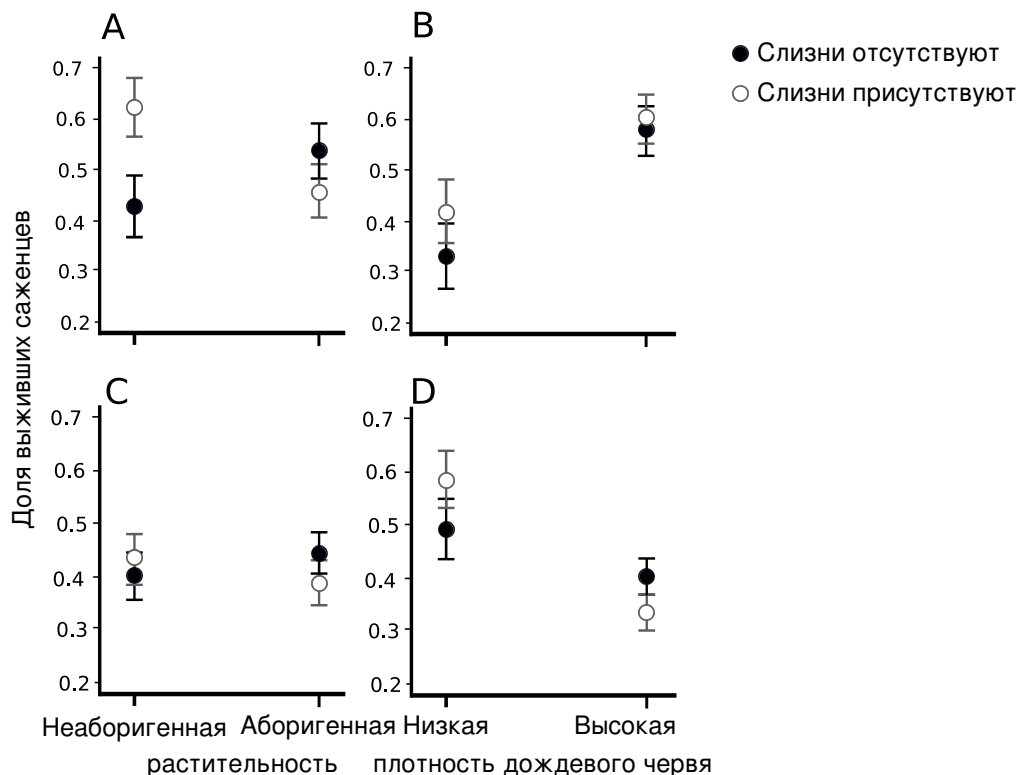


Рисунок Q.95 Доля уцелевших всходов *Agrimonia rostellata* (A, B) и *Trillium erectum* (C, D)

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений **Верным** или **Неверным**.

- A.** Исключение слизней из опытного участка оказывает положительное влияние на выживаемость *Agrimonia rostellata* и *Trillium erectum* с высокой плотностью дождевого червя.
- B.** Влияние слизней зависит от других факторов стресса, особенно от взаимодействия с неаборигенной растительностью и дождевыми червями.
- C.** Дождевые оказывает положительное влияние на *Agrimonia rostellata* и *Trillium erectum*.
- D.** Неаборигенные растения и слизни синергично уменьшают выживаемость всходов за счет усиления конкуренции и поедания.

Q.96

Студент культивировал растения, включая 4 вида однодольных трав (*A. capillaris*, *A. odoratum*, *F. rubra*, and *H. lanatus*) и 4 вида двудольных трав (*C. jacea*, *L. vulgare*, *P. lanceolata*, and *R. acetosa*), без бобовых, в разных кадках. В разных кадках выращивалась монокультура или смеси двух, четырех или всех восьми видов. Затем были измерены различные параметры, в зависимости от богатства видов растений, как показано на рисунке ниже. На всех графиках ось у приведена в логарифмическом масштабе (\log_2)

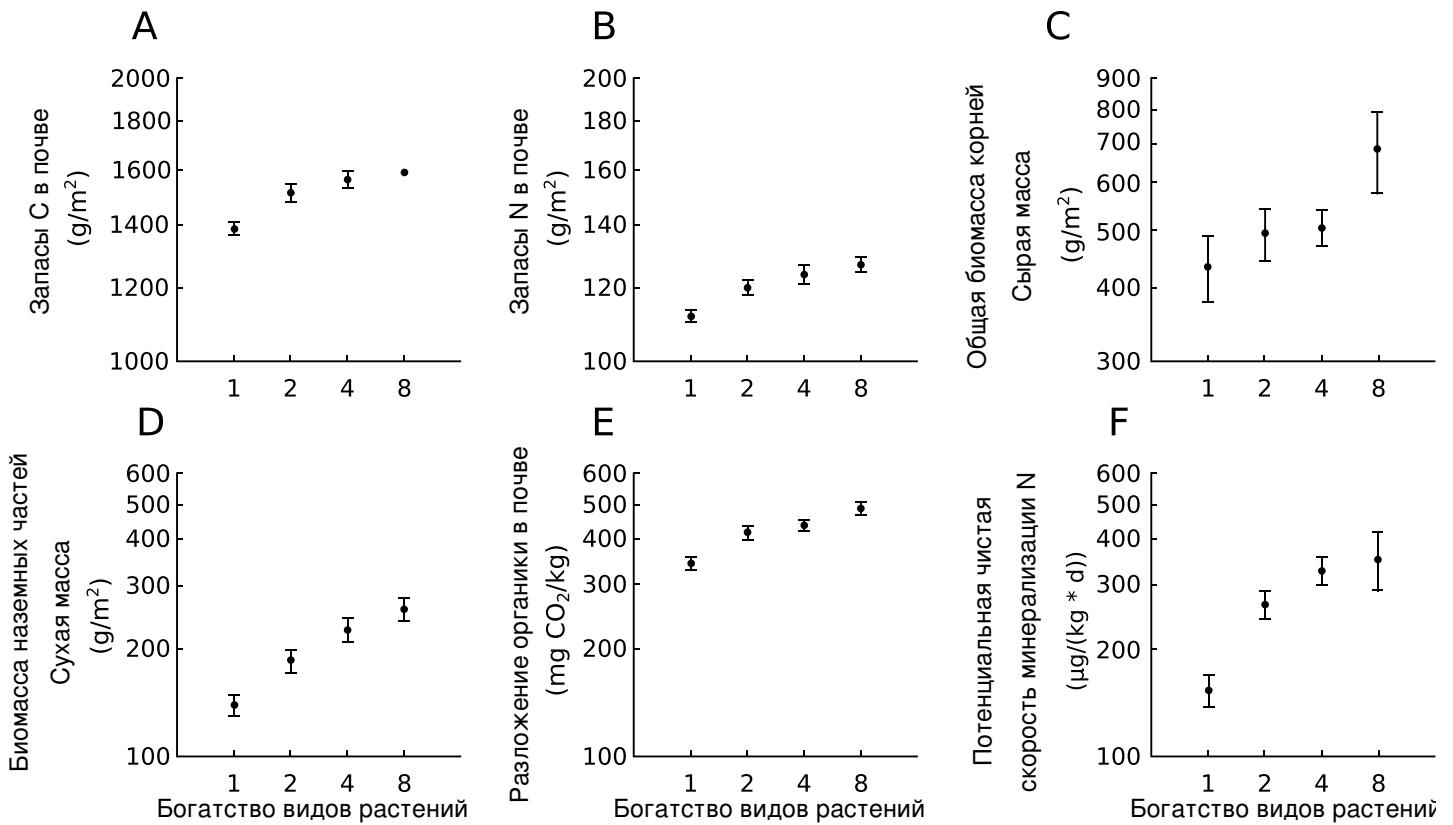


Рисунок Q.96

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Биомасса надземных частей растений возрастает, но общая биомасса снижается при повышении видового богатства.
- B.** Видовое богатство растений способствует запасанию С в почве главным образом за счет повышения интенсивности размножения растений, несмотря на ускорение разложения органики в почве.
- C.** Большие запасы N в почве при более высоком богатстве видов в большей мере объясняется повышением удержания N, вызванном повышением продуктивности растений, а не повышением поступления N в почву,
- D.** Большее видовое разнообразие может повышать потенциал наземной экосистем накапливать С.

На скалистых берегах часто бывает множество мелких водоемов в углублениях скал, в которых доминируют макроскопические водоросли и растительноядные брюхоногие моллюски, в основном представленные *Patella ulyssiponensis* (P), *Littorina littorea* (L) и *Gibbula umbilicalis* (G). Был поставлен эксперимент для изучения взаимодействия между растительноядными видами, а также влияния питательных веществ. Экспериментальные водоемы содержали один или все три вида растительноядных моллюсков (*Patella*, *Littorina* and *Gibbula*, при этом плотности их популяций соответствовали природным), либо вовсе не содержали этих видов. Одновременно с этим в еще одном таком же наборе прудов концентрации питательных веществ были искусственно повышены, чтобы сравнить эффект от наличия этих моллюсков при естественных и повышенных концентрациях питательных веществ. Были определены валовая продукция экосистемы (GEP), число таксонов водорослей и их общая биомасса (сухая масса).

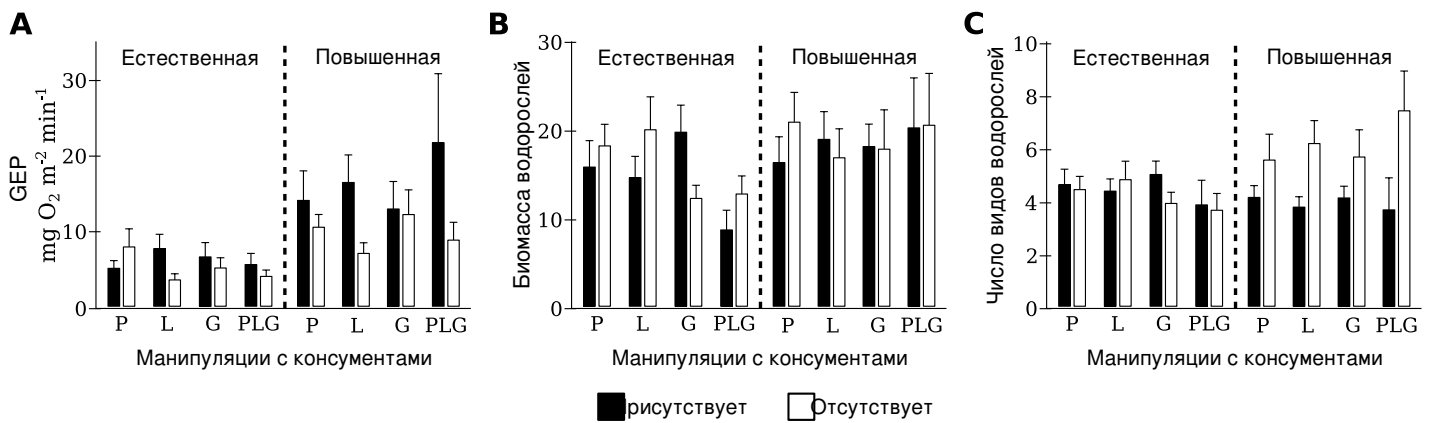


Рисунок Q.97

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- Валовая продукция экосистемы повышается при повышении концентрации питательных веществ, и выше в прудах, где есть *Littorina*
- Влияние исчезновения видов растительноядных моллюсков на биомассу водорослей зависит от концентрации питательных веществ, видового состава и общего разнообразия оставшихся видов
- Влияние исчезновения растительноядных видов на функционирование экосистемы зависит как от общего разнообразия, так и видового состава оставшихся видов
- Наличие всех травоядных видов приводит к снижению разнообразия водорослей и их биомассы при обеих концентрациях питательных веществ

Q.98

Галловые тли (*Pemphigus betae*) живут на тополях. Взрослые самки образуют галлы на листьях тополя. Некоторые из этих галлов вскрываются и тли достигают взрослого состояния. Самки тлей завершают свой жизненный цикл после откладывания яиц на листья тополя. Все потомство одной самки тли содержится в одном галле. Студент записал наблюдения за несколькими популяциями тлей (см таблицу ниже). Все условия среды будут считаться постоянными.

Популяция	Кол-во погибших галлов	Кол-во выживших галлов	Соотношение самок и самцов на взрослой стадии
1	35	70	1/1
2	25	75	1/2
3	21	63	Не известно
4	16	32	1/1

Ниже приведено уравнение, отражающее число самок тли в t -ом поколении:

$$N_t = [f \times r \times (1-m)]^t \times N_0$$

где:

N_t - число взрослых самок тли в t -ом поколении

N_0 - число взрослых самок тли в исходном поколении

m - смертность молодых тлей (выраженная в долях)

f - число потомков на одну самку тли

r - доля самок среди всех взрослых тлей

Теоретически можно считать f , m и r константами

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** В популяции 1 число взрослых самок будет постоянным в ряду поколений, если каждая самка будет давать 4 потомка.
- B.** Если каждая самка в популяции 2 дает 3 потомка, то число взрослых самок из поколения в этой популяции будет постоянным в ряду поколений.
- C.** Если в популяции 3 число взрослых самок не изменяется из поколения и каждая самка дает 4 потомка, соотношение между самками и самцами среди взрослых особей составит 1/2.
- D.** Если каждая самка в популяции 4 дает 6 потомков, и если считать потомков в популяции 4 первым поколением, число взрослых самок в третьем поколении составит 384.

БИОСИСТЕМАТИКА

Q.99

Информация об эволюционных связях между организмами является полезной при изучении различных биологических вопросов. Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Филогенетические деревья можно использовать для того, чтобы определить, как много раз в ходе эволюции независимо возникал определенный признак..
- B.** Филогенетические деревья позволяют предположить, какое состояние конкретного признака является предковым.
- C.** Филогенетические деревья могут использоваться для определения времени дивергенции эволюционных линий.
- D.** Филогенетические деревья могут быть использованы для установления происхождения какого-либо вируса в популяциях людей.

Q.100

Анализ последовательностей ДНК и белков в настоящее время широко используется для построения филогенетических деревьев. Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Число различий между последовательностями двух видов увеличивается по мере увеличения времени, прошедшего с момента их дивергенции с общим предком.
- B.** Если последовательности одного и того же белка у двух родственных видов различаются только по одной аминокислотной позиции, то с момента дивергенции этих видов могло произойти несколько аминокислотных замен.
- C.** Сравнение последовательностей рРНК можно эффективно использовать для выяснения филогенетических связей внутри рода.
- D.** Псевдогены могут быть использованы для построения филогенетических деревьев.

Конец теоретического тура В