

27-я Международная Биологическая Олимпиада

17-23 июля 2016

Ханой, Вьетнам



Теоретический тест

ЧАСТЬ А

Общее количество баллов: 50

Продолжительность: 3 часа

УВАЖАЕМЫЕ УЧАСТНИКИ,

Пожалуйста запишите ваш **Код студента** в данном поле.

Запишите свои ответы с помощью ручки в **Листе ответа**.

Будет оцениваться только ответы, внесенные в **Лист ответов** .

Часть А состоит из 50 вопросов:

- Q1-Q10: Клеточная биология
- Q11-Q17: Анатомия и физиология растений
- Q18-Q30: Анатомия и физиология животных
- Q31-Q32: Этология
- Q33-Q42: Генетика и эволюция
- Q43-Q47: Экология
- Q48-Q50: Биосистематика

Для каждого вопроса с множественным выбором, укажите **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 свой ответ, вы должны зачеркнуть ошибочно внесенный ответ и записать новый.

Подсчет очков за один вопрос:

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

Вы можете использовать предоставленные линейку и калькулятор.

Прекратите отвечать и положил ручку сразу, когда прозвонит звонок, указывающий на завершение экзамена.

Вложите свои **Лист ответов** и **бланки заданий** в предоставленный конверт.

Удачи!!!

Q.1

Активности киназы Wee1 и фосфатазы Cdc25 определяют степень фосфорилирования остатка тирозина в положении 15 в молекуле Cdk1 - компонента циклин-зависимой киназы М-Cdk. Если тирозин 15 фосфорилирован, М-Cdk не активна, если тирозин 15 не фосфорилирован, М-Cdk активна (**Рисунок Q.1А**). Активности киназы Wee1 и фосфатазы Cdc25 также контролируются фосфорилированием.

Регуляцию их активности можно изучать в экстрактах ооцитов лягушки. В этих экстрактах, киназа Wee1 активна, а фосфатаза Cdc25 неактивна. В результате этого М-Cdk неактивна, поскольку тирозин-15 в Cdk1 фосфорилирован. М-Cdk в этих экстрактах может быть быстро активирована добавлением оокадаиковой кислоты, которая является сильным ингибитором сериновых и треониновых фосфатаз. При помощи антител, специфичных для Cdk1, киназы Wee1 и фосфатазы Cdc25, можно определить степень их фосфорилирования по изменению подвижности при гель-электрофорезе (**Рисунок Q.1В**). Фосфорилированные формы этих белков всегда движутся при электрофорезе медленнее, чем их нефосфорилированные формы.

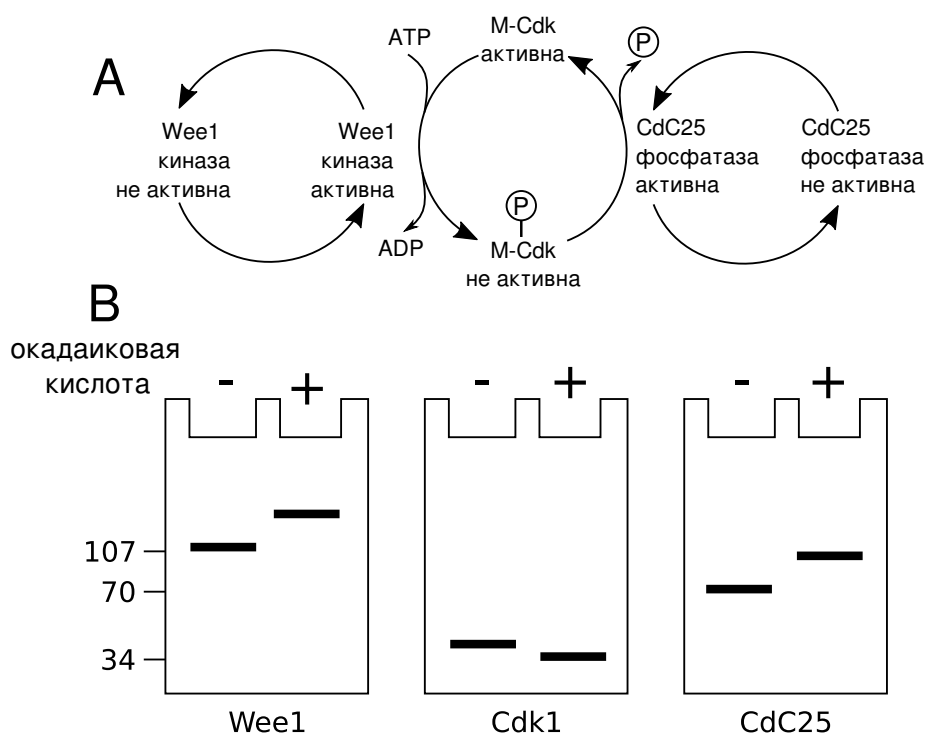


Рис. Q.1. (А) Регуляция активности М-Cdk киназой Wee1 и фосфатазой Cdc25 ; (В) Влияние оокадаиковой кислоты на уровень фосфорилирования Cdk1, киназы Wee1 и фосфатазы Cdc25.

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

- А.** Киназа Wee1 активна, если она фосфорилирована.
- В.** Фосфатазы, регулирующие фосфорилирование киназы Wee1 и фосфатазы Cdc25, специфичны к остаткам тирозина.
- С.** Оокадаиковая кислота прямо влияет на активацию Cdk1.
- Д.** Если М-Cdk способна фосфорилировать киназу Wee1 и фосфатазу Cdc25, то небольшое количество активной М-Cdk приводило бы к быстрой и полной активации М-Cdk.

Q.2

Скорость трансляции мРНК можно оценить спомощью гель-электрофореза в полиакриламидном геле в присутствии додецилсульфата натрия (SDS-PAGE). В данном эксперименте мРНК вируса табачной мозаики (ВТМ), кодирующая белок весом 116 000 дальтон, транслировалась в лизате ретикулоцитов кролика в присутствии ^{35}S -метионина. Этот лизат содержал все необходимые компоненты ретикулоцитов кролика для обеспечения трансляции. Пробы отбирались с интервалом в 1 минуту и подвергались SDS-PAGE. Продукты трансляции после разделения визуализировались методом авторадииографии. Как можно видеть из рисунка ниже, размер самого большого полипептида увеличивается со временем, пока полноразмерный белок не появится примерно через 25 минут.

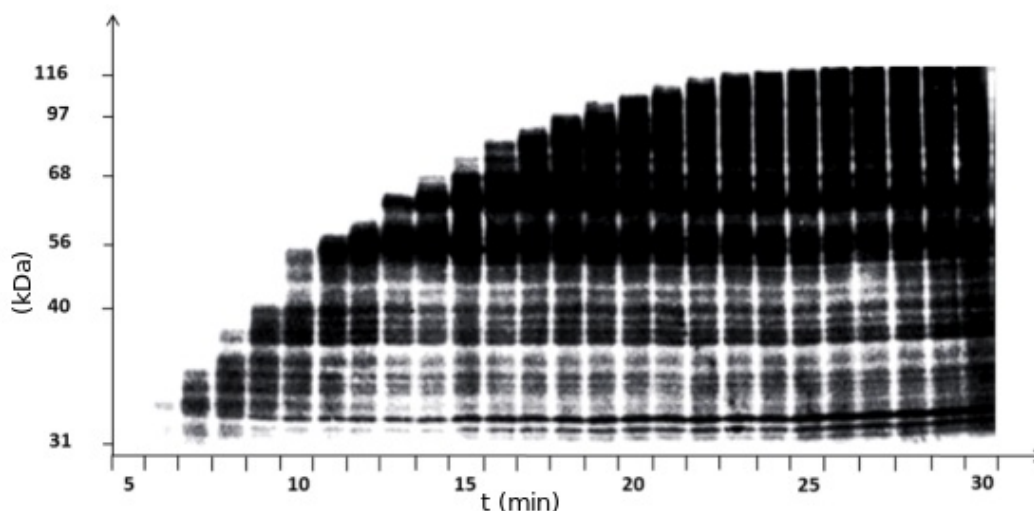


Рис.Q.2. Динамика синтеза белка ВТМ в лизате ретикулоцитов кролика. Зависимость молекулярного веса (кДа) от времени t (минуты).

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

- A.** Скорость синтеза белка ВТМ экспоненциально зависит от времени.
- B.** Если принять усредненную молекулярную массу аминокислоты за 110 дальтон, то средняя скорость синтеза белка составляет примерно от 35 до 40 аминокислот в минуту.
- C.** Лизат ретикулоцитов кролика содержит метионил-тРНК синтетазу.
- D.** Данная мРНК может содержать более двух редких кодонов в своей последовательности.

Q.3

Ученые выделили три различных штамма бактерий ProA^- , ProB^- , и ProC^- , для роста которых требовался пролин. Один из штаммов является холодочувствительным, другой чувствителен к повышенной температуре, а у третьего отсутствует определенный ген. Были проведены опыты по синтрофии (перекрестному питанию), в которых штаммы наносились штрихом на минимальную питательную среду с агаром, содержащую очень небольшой уровень пролина. В опытах по синтрофии метаболиты, выделяемые одним штаммом, могут быть использованы для питания соседнего штамма. Результаты выращивания при трех температурах показаны на Рисунке Q.3.

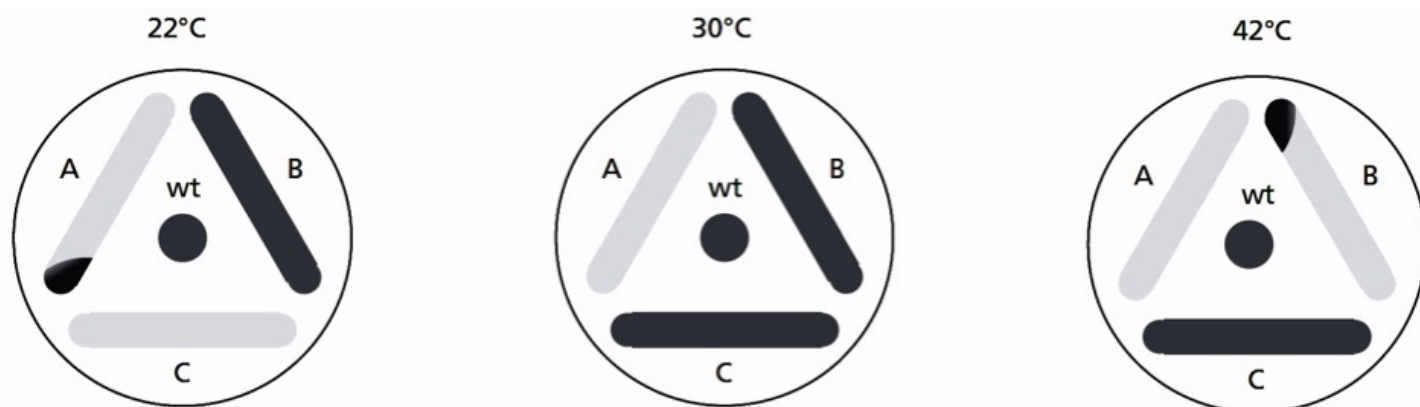


Рис.Q.3. Результаты экспериментов по синтрофии с тремя штаммами, не способными синтезировать пролин. Темные области показывают высокую скорость роста клеток; серые области показывают низкую скорость роста; wt, дикий тип.

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

- A.** Промежуточное соединение, накапливающееся у штамма ProC^- синтезируется после стадии, блокированной в штамме ProA^- .
- B.** Промежуточное соединение, накапливающееся у штамма ProB^- синтезируется после стадии, блокированной в штамме ProA^- .
- C.** Существует по меньшей мере три разных гена, которые влияют на биосинтез пролина.
- D.** Как минимум в одних условиях образующийся пролин быстро используется для синтеза белка, что предотвращает его накопление в избыточном количестве.

Q.4

Если изолированные митохондрии суспендировать в буфере, содержащем ADP, P_i и окисляемый субстрат, то происходят три процесса, которые легко поддаются измерению: окисляется субстрат; поглощается O_2 и синтезируется АТФ. Цианид (CN^-) является ингибитором переноса электронов на O_2 . Олигомицин ингибирует АТФ-синтазу путем взаимодействия с субъединицей F_0 . 2,4-Динитрофенол (DNP) может легко проникать через мембраны митохондрий и способствовать проникновению протонов в матрикс, снимая таким образом градиент протонов на мембране.

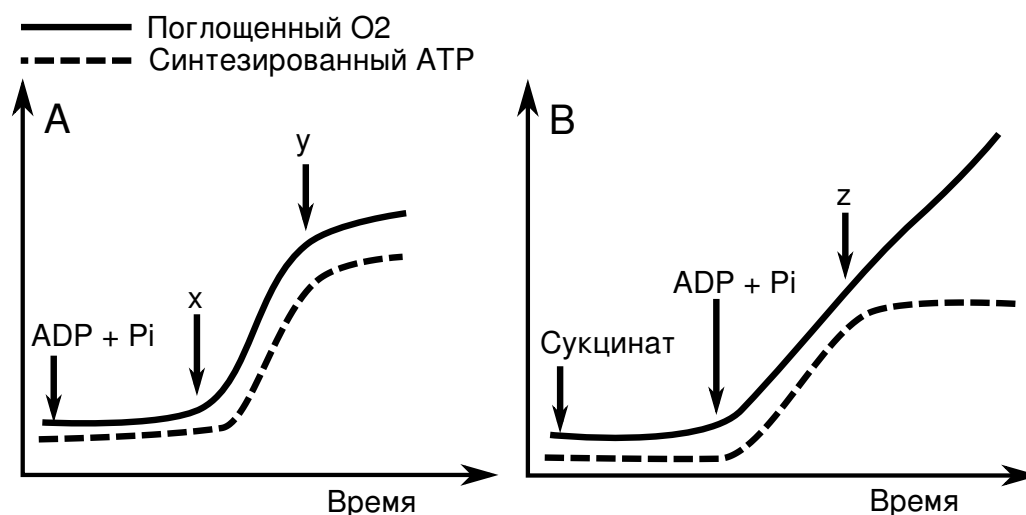


Рис. Q.4. Поглощение кислорода и синтез АТФ в митохондриях. Сплошная линия показывает количество потребленного кислорода, а пунктирная линия показывает количество синтезированного АТФ.

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

- A.** x - это окисляемый субстрат.
- B.** y - это олигомицин или CN^- .
- C.** z - это DNP.
- D.** Если бы z был смесью олигомицина и DNP, то синтез АТФ не прекратился бы.

Q.5

Представьте, что вы исследуете мембранный белок, показанный на диаграмме ниже. Вы приготовили искусственные везикулы, содержащие этот белок только в мембране. Затем эти везикулы были обработаны протеазой, разрезающей белок близко к мембране (2) или же везикулы делали проницаемыми для протеазы до обработки протеазой (3). Полученные пептиды затем разделяли при помощи SDS-PAGE (гель-электрофореза в полиакриламидном геле в присутствии додецилсульфата натрия).

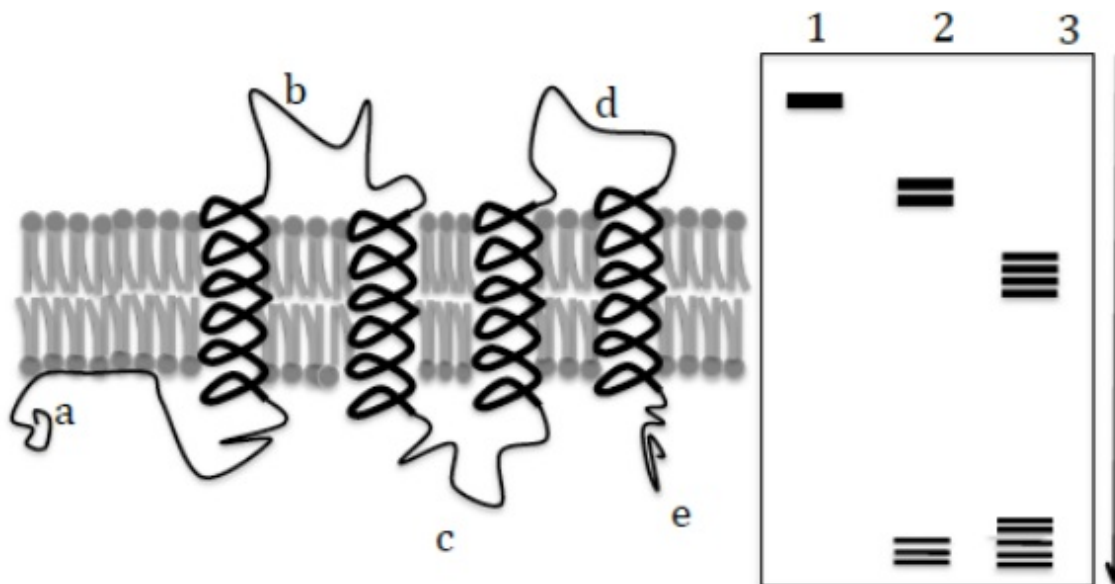


Рис.Q.5. Мембранный белок (a, b, c, d, e: домены) и гель SDS-PAGE

(1. необработанный контроль, 2. пептиды после расщепления протеазой, 3. пептиды после расщепления протеазой проницаемых везикул. Стрелка указывает направление движения белков при электрофорезе.).

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

- A.** Большие фрагменты на полосе 3 являются гидрофильными.
- B.** Меньшие по размеру фрагменты на полосе 2 представляют собой домены белка, выступающие из мембраны.
- C.** Домен a богат лейцином или изолейцином.
- D.** Домены a, c и e выступают в полость везикул.

Q.6

Этанол ингибирует рост микробов. Однако некоторые штаммы дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* могут адаптироваться к высокой концентрации этанола. Многие исследования показали изменения в составе клеточных липидов в ответ на действие этанола.

В данном исследовании мы систематически изменяли состав жирных кислот у *S. cerevisiae* путем нокаута (отключения) гена OLE1, кодирующего интегральный белок мембраны десатуразу, которая отвечает за образование мононенасыщенных пальмитолеиновой (Δ^9 -C_{16:1}) и олеиновой кислот (Δ^9 -C_{18:1}). Затем со штаммом с нокаутом гена проделали следующее: (1) ген OLE1 был восстановлен трансформацией плазмиды YEpOLE; (2) трансформирован плазмидами YEp- Δ^9 Hz, YEp- Δ^9 Tn, YEp- Δ^{11} Hz или YEp- Δ^{11} Tn, содержащими Δ^9 или Δ^{11} -десатуразы двух чешуекрылых насекомых (ночных бабочек) *Helicoverpa zea* (Hz) или *Trichoplusia ni* (Tni). Были исследованы состав жирных кислот и кривые роста каждого трансформанта, результаты показаны в приведенных ниже Таблице и рисунке:

Таблица Q.6. Состав основных жирных кислот (%) у трансформантов *S. cerevisiae* в середине лог-фазы.

	<i>C</i> _{16:0}	<i>C</i> _{18:0}	<i>C</i> _{16:1}	<i>C</i> _{18:1}
	<u>Насыщенные</u>	<u>Насыщенные</u>	<u>Мононенасыщенные</u>	<u>Мононенасыщенные</u>
OLE1	45.5 ± 2.2	4.7 ± 2.4	34.9 ± 0.8	14.9 ± 1.0
Δ^9 Hz	45.5 ± 5.5	7.9 ± 2.2	31.7 ± 5.6	11.0 ± 2.0
Δ^9 Tn	46.9 ± 4.0	8.6 ± 3.9	12.8 ± 1.9	31.7 ± 5.8
Δ^{11} Hz	45.6 ± 3.6	11.9 ± 2.8	42.6 ± 6.3	0
Δ^{11} Tn	49.7 ± 4.8	12.5 ± 0.1	41.8 ± 11.8	11.2 ± 1.5

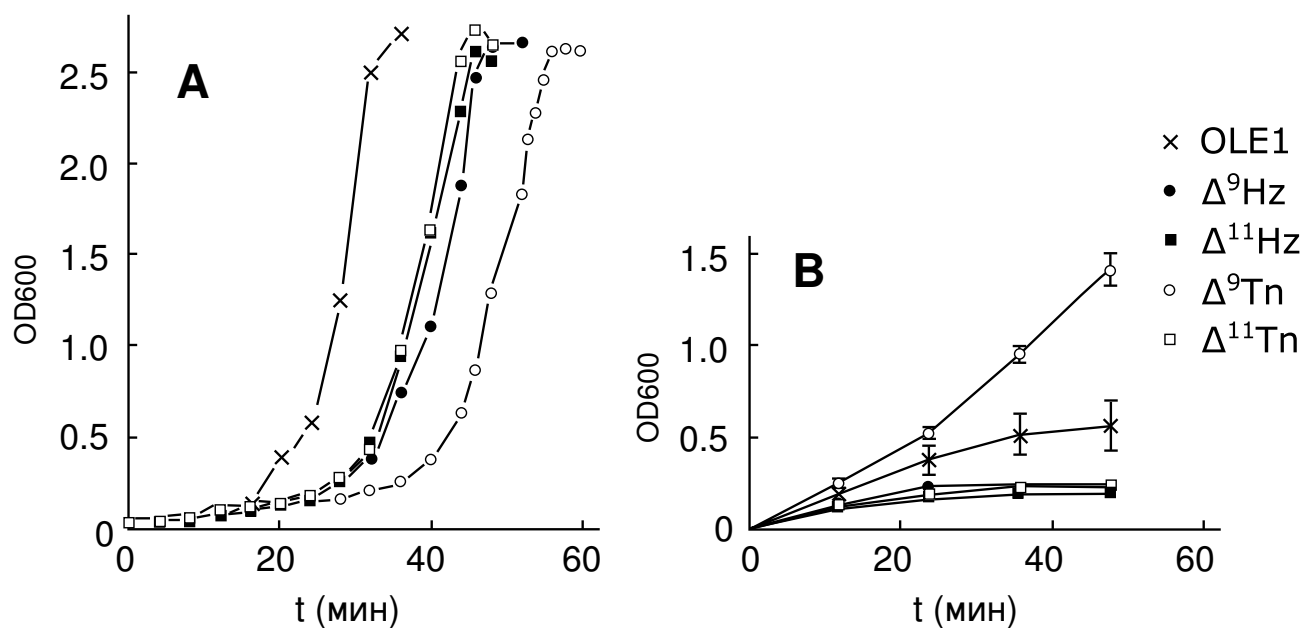


Рис. Q6. Кривые роста штаммов *S. cerevisiae*, трансформированных плазмидами, содержащими OLE1 (x), Δ^9 Hz (●), Δ^{11} Hz (■), Δ^9 Tn (○) и Δ^{11} Tn (□) на среде YPD (A) и на среде YPD, содержащей 5% этанола (B)

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

- A.** Лаг-фаза трансформанта *OLE1* на среде YPD короче, чем таковая у Δ^9Hz , Δ^9Tn , Δ^{11Hz} и Δ^{11Tn} , вследствие присутствия дрожжевой десатуразы в клетках.
- B.** Десатуразы одинаково активны у всех трансформантов.
- C.** Содержание моно-ненасыщенных жирных кислот является хорошим индикатором толерантности (устойчивости) к этанолу у *S. cerevisiae*.
- D.** Более высокое соотношение $\Delta^9-C_{18:1}$ к $\Delta^9-C_{16:1}$ обеспечивает более высокую толерантность к этанолу у *S. cerevisiae*

Q.7

Поли(3-гидроксибутират) (ПГБ) – это запасное соединение у бактерий, которое обычно накапливается у разных видов бактерий, если их выращивать в условиях нехватки некоторых питательных веществ, таких как кислород, азот, фосфат, сера или магний или в присутствии избытка углерода. Рис. Q7 показывает схему биосинтеза ПГБ из ацетил-СoA у *Ralstonia eutropha*, который регулируется по типу отрицательной обратной связи (ингибирование продуктом). Кроме того, ацетил-СoA, может включаться в цикл трикарбоновых кислот.

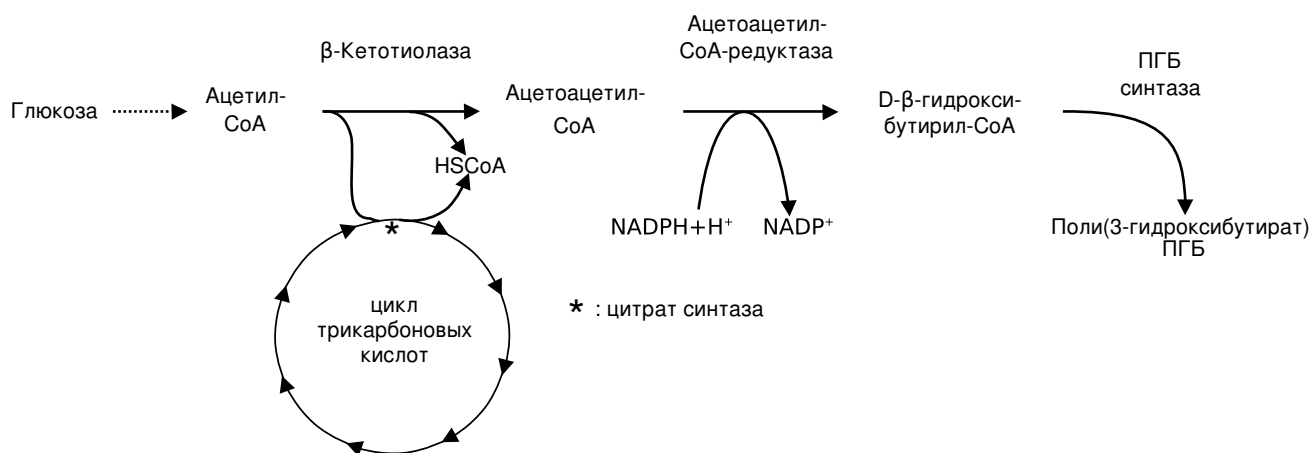


Рис. Q7. Схема биосинтеза ПГБ

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

- A.** Увеличение активности цитрат-синтазы приведет к снижению синтеза ПГБ.
- B.** При высокой внутриклеточной концентрации CoA скорость синтеза ПГБ возрастет.
- C.** Если скорость синтеза ПГБ возрастает, скорость роста клеток *Ralstonia eutropha* будет также возрастать.
- D.** Синтез ПГБ стимулируется низким соотношением (NADPH+H⁺)/NADP.

Q.8

Ученый изолировал пять разных пептидов (1 - 5), содержащих пять аминокислот (обозначенных А, В, С, D, Е). Он определил массы и последовательности аминокислот каждого пептида. Полученные им данные показаны в Таблице ниже.

Пептид	Последовательность аминокислот	Масса (Да)
1	BCDACCDDEDCB	966
2	ABBCAEEDECB	1099
3	BACDAEAEECA	1357
4	CACADBACAEB	1279
5	EDDCABBCCEE	1014

Массы отдельных аминокислот показаны в Таблица ниже.

Аминокислоты	Масса (Да)	Аминокислоты	Масса (Да)
Аланин	89	Лейцин	131
Аргинин	174	Лизин	146
Аспарагин	132	Метионин	149
Аспарагиновая кислота	133	Фенилаланин	165
Цистеин	121	Пролин	115
Глутаминовая кислота	147	Серин	105
Глутамин	146	Треонин	119
Глицин	75	Триптофан	204
Гистидин	155	Тирозин	181
Изолейцин	131	Валин	117

Примечание: Масса молекулы воды составляет 18 Да.

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

- A.** Аминокислота, обозначенная С является серином
- B.** Аминокислота, обозначенная А является тирозином
- C.** Аминокислота, обозначенная Е является цистеином
- D.** Аминокислота, обозначенная В является глицином

Q.9

Из пищеварительного тракта креветки были выделены четыре разных штамма бактерий, у которых изучались пробиотические свойства по снижению патогенности *Vibrio harveyi*, распространенной бактерии, вызывающей инфекцию культуры креветок. В первом опыте четыре выделенные бактерии были штрихом высеяны на чашки совместно с четырьмя другими бактериальными штаммами для наблюдения зоны ингибирования роста этих штаммов (**Рис.9А**). Во втором опыте была исследована смертность креветок в присутствии *Vibrio harveyi* и каждого бактериального изолята после 5 дневного инкубирования (**Рис.9В**).

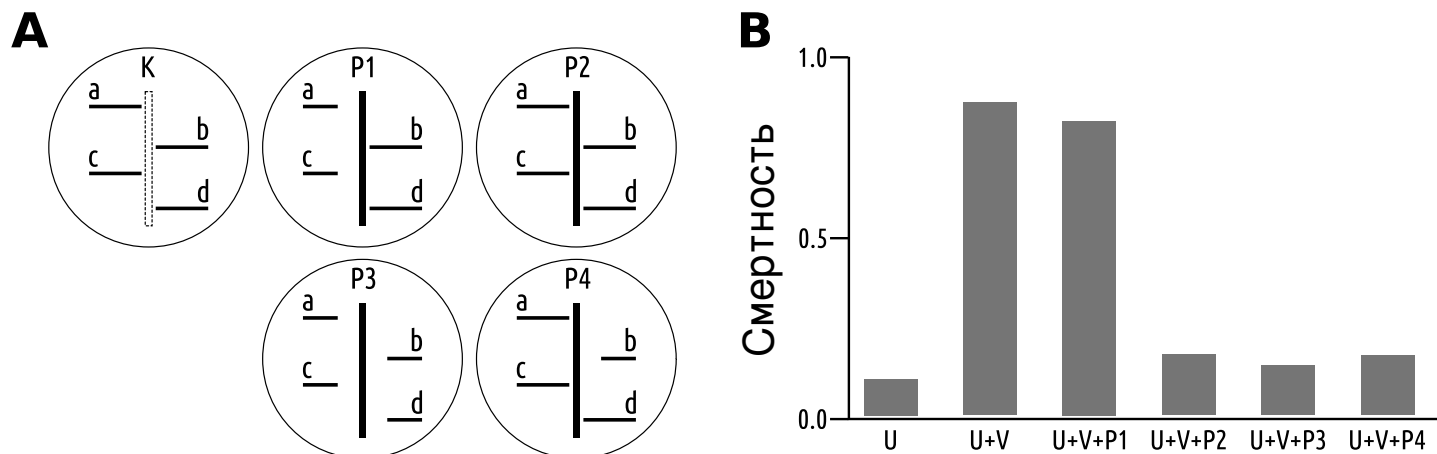


Рис.Q.9 (А) К = Контроль (ни какие бактерии не наносились на участок, нарисованный незаштрихованной линией), P1-P4 = бактерии 1 - 4 с предполагаемыми пробиотическими свойствами, а = *Streptococcus* sp. (грамположительные), b = *Vibrio* sp. (грамотрицательные), c = *Bacillus* sp. (грамположительные), d = *Salmonella* sp. (грамотрицательные)

(В) U = только культура креветок, U+V = культура креветок с добавлением *Vibrio harveyi*., U+V+P1-P4 = культура креветок с добавлением *Vibrio harveyi*. и каждого из изолятов P1-P4, предположительно обладающих пробиотическими свойствами соответственно.

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

- Изолят No.1 (P1), продуцирует антимикробное вещество, которое ингибирует грамотрицательные и грамположительные бактерии.
- Изолят No.2 (P2) был способен снижать патогенность бактерий *Vibrio* sp., при этом не убивая их.
- Изолят No.3 (P3), продуцировал антимикробное вещество, действующее на внешнюю мембрану.
- Изолят No.4 (P4) оказывал благоприятный эффект на выживаемость креветок путем ингибирования грамотрицательных бактерий.

Q.10

Был поставлен эксперимент по наблюдению продолжительности клеточного цикла у штамма дрожжей. Активированные клетки дрожжей были внесены в новую среду с исходной концентрацией 10^6 клеток/мл. Через 40 ч, количество клеток возросло до 4×10^6 клеток/мл. Часть культуры была взята для отдельного эксперимента. В этом эксперименте клетки инкубировали в течение 15 минут на среде, содержащей меченый тимидин, после чего клетки отмывали и переносили в новую питательную среду, содержащую немеченый тимидин. Периодически брали пробы для измерения процента митотических клеток, содержащих меченый тимидин. **Рисунок Q.10** показывает результат этого эксперимента. В каждой пробе около 1% всех клеток находилось в стадии митоза.

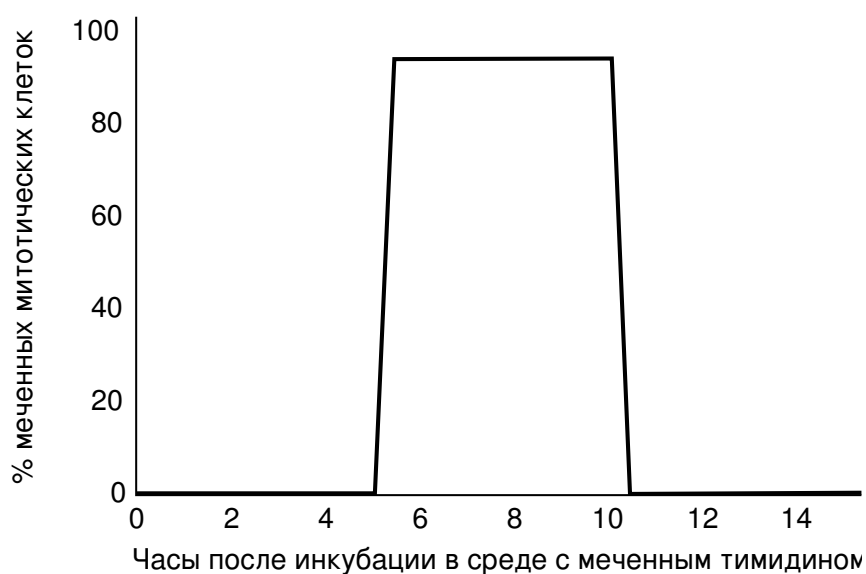


Рис.Q.10. Фракция радиоактивно меченых митотических клеток в ходе эксперимента.

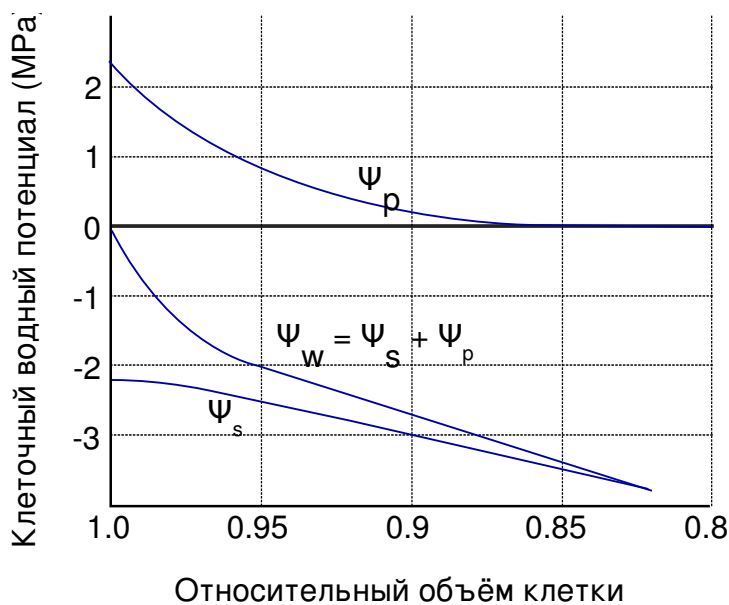
Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** Скорость синтеза белков-гистонов сравнительно выше между 6 и 10 часами после экспозиции с радиоактивно меченым тимидином
- B.** S фаза клеточного цикла занимает примерно 5 часов.
- C.** M фаза клеточного цикла занимает более 1 часа.
- D.** Большая часть меченого тимидина ассимилируется в фазе S клеточного цикла.

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Q.11

Клеточные стенки обеспечивают гомеостаз объема растительных клеток, несмотря на то, что происходят весьма значительные ежедневные изменения водного потенциала в результате потери воды при транспирации. Клеточный водный потенциал (Ψ_w) растительной клетки состоит из осмотического потенциала (Ψ_s) и потенциала тургорного давления (Ψ_p). Относительный объем клетки коррелирует с её водным потенциалом, осмотическим потенциалом и потенциалом тургорного давления, как показано на Рис. Q11.



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

- A.** Изменения водного потенциала растительных клеток, как правило, сопровождаются значительными изменениями тургорного давления и объема клетки.
- B.** Потеря тургорного давления указывает на окончание плазмолиза клетки и уменьшение её объема приблизительно на 15%.
- C.** При уменьшении объема клетки на 10%, наибольшее изменение водного потенциала клетки вызывается падением осмотического потенциала одновременно с небольшим изменением тургорного давления.
- D.** При регидратации увеличение клеточного объема прекращается тогда, когда клеточная стенка оказывает давление, равное тургорному и клеточный водный потенциал достигает нуля.

Q.12

Изучали влияние низкой температуры на растения сорго (*Sorghum bicolor*) и сои (*Glycine max*). Растения выращивали при температуре 25°C в течение нескольких недель, а затем три дня при 10°C, при постоянной длине светового дня, интенсивности света и концентрации углекислого газа на протяжении всего эксперимента, если не указано иное. Чистый фотосинтез обоих видов растений при 25°C показан ниже на рисунке Q12.

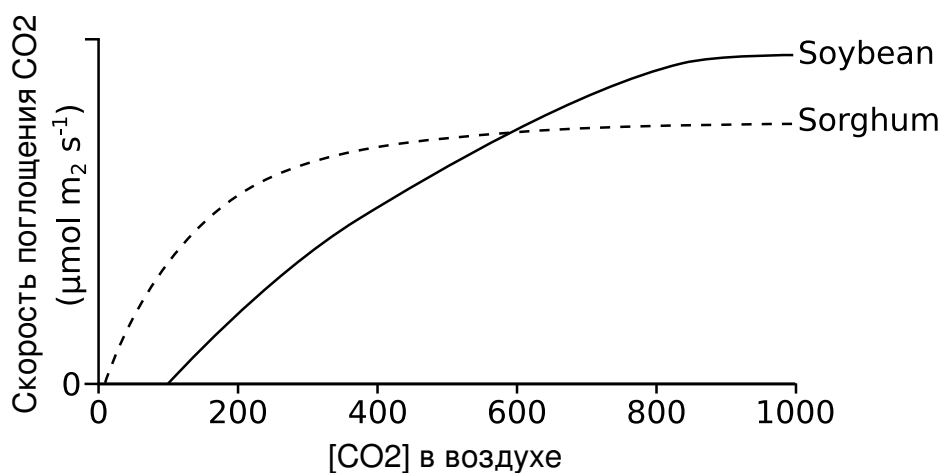


Рис.Q.12

Поглощение углекислого газа в расчёте на сухую массу листа (мг CO₂ г⁻¹)

Дни	до	1	2	3	4-10
Температура	25 ° C	10 ° C	10 ° C	10 ° C	25 ° C
Сорго	48,2	5.5	2.9	1.2	1.5
Соя	23,2	5.2	3.1	1.6	6.4

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

- A.** При 35°C скорость фотосинтеза у сои будет снижаться, а у сорго не изменится.
- B.** При низкой температуре биомасса сорго увеличивается быстрее, чем биомасса сои.
- C.** Растения сои, вероятно, с меньшей эффективностью используют воду при фотосинтезе, чем сорго.
- D.** Снижение поглощения углекислого газа у сорго, главным образом, вызвано снижением активности ферментов при низкой температуре.

Q.13

Бактерия *Bradyrhizobium japonicum* может инфицировать корни сои (*Glycine max*) и образовывать клубеньки. В клубеньках происходит фиксация азота, катализируемая нитрогеназой, и активность нитрогеназы при этом может быть легко измерена по восстановлению ацетилена вместо восстановления азота. Ученый создал мутацию, затрагивающую фермент NAD⁺-зависимую малат-дегидрогеназу (*dme* мутант), который образует пируват и NADH, и инфицировал корни проростков сои бактериями дикого типа и мутантными бактериями. Проростки выращивались на среде, не содержащей азота. Через 14 и 28 дней после инокуляции у проростков фиксировали количество и вес клубеньков, а также активность восстановления ацетилена.

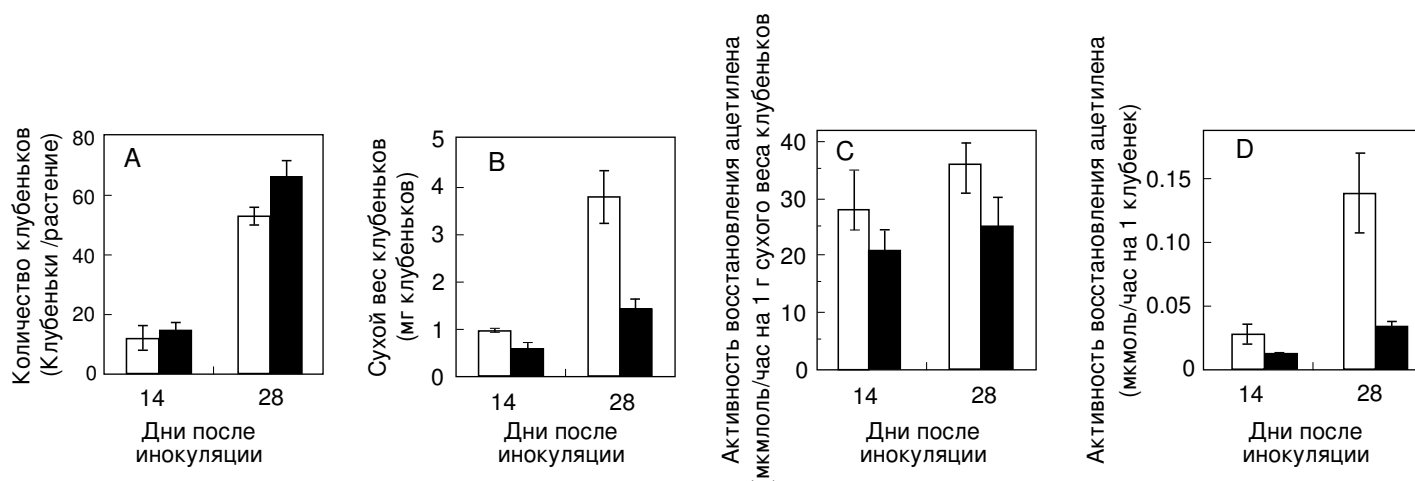


Рис.Q13. Количество и сухой вес клубеньков и активность восстановления ацетилена у сои. На рисунках: клубеньки сои, инфицированные диким типом *B. japonicum* - белые столбики, мутантом *dme* - темные столбики.

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

- Активность фиксации азота в одинаково обработанных клубеньках выше через 28 дней после инокуляции, чем через 14 дней.
- Как количество, так и размер клубеньков возрастают со временем от 14 до 28 дней после инокуляции *B. japonicum*.
- Снижение активности азотфиксации в инфицированных мутантом клубеньках на 28 день после инокуляции по сравнению с таковой на 14 день вызвано снижением нитрогеназной активности и образования клубеньков.
- Фиксация азота в индуцированных *B. japonicum* клубеньках отрицательно регулируется NAD⁺-зависимой малатдегидрогеназой.

Q.14

Сахароза образуется в листьях и транспортируется на близкие и дальние расстояния по сосудам к таким нефотосинтезирующим органам, как корни, стебли, цветы и плоды. Существует два главных пути транспорта сахарозы: симпласт и апопласт, по которым молекулы сахарозы переносятся по флоэме листьев, как показано на Рис.Q14.

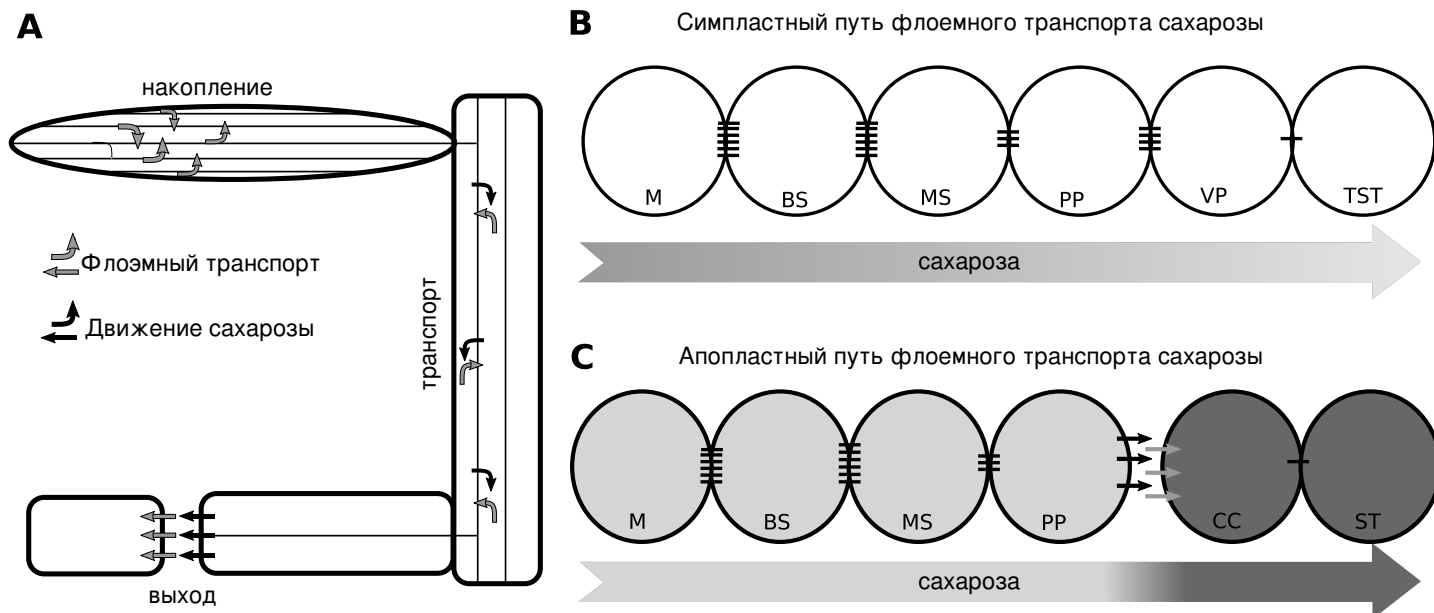


Рис.Q14. Схема проводящей системы растения. М - Мезофилл, BS - Обкладка проводящего пучка, MS - Обкладка местомы (сосудистого пучка), PP - Паренхима флоэмы, VP - Сосудистая паренхима, CC - Клетка - спутница, TST - Толстостенный ситовидный элемент, ST - Ситовидный элемент.

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

- Сахароза синтезируется в листьях и транспортируется по флоэме на большие расстояния в органы, накапливающие сахарозу, по градиенту гидростатического давления.
- Транспорт сахарозы по апопластному пути требует энергетических затрат на нескольких стадиях, поскольку это связано с переносом сахарозы через вторичную клеточную стенку живых клеток.
- В апопластном пути молекулы сахарозы пассивно транспортируются через плазмодесмы.
- Поступление молекул сахарозы в органы, накапливающие её, не требует затрат энергии, поскольку транспорт происходит по градиенту концентрации сахарозы.

Q.15

Ученые измерили длину и высоту ризофоров (корневых подпорок или ходульных корней) мангрового растения (*Rhizophora mangle*, Рис.Q.15A). Они также изготовили поперечные срезы ризофоров и исследовали по ним анатомические признаки. Результаты показаны на рисунках .Q.15B и Q.15C.

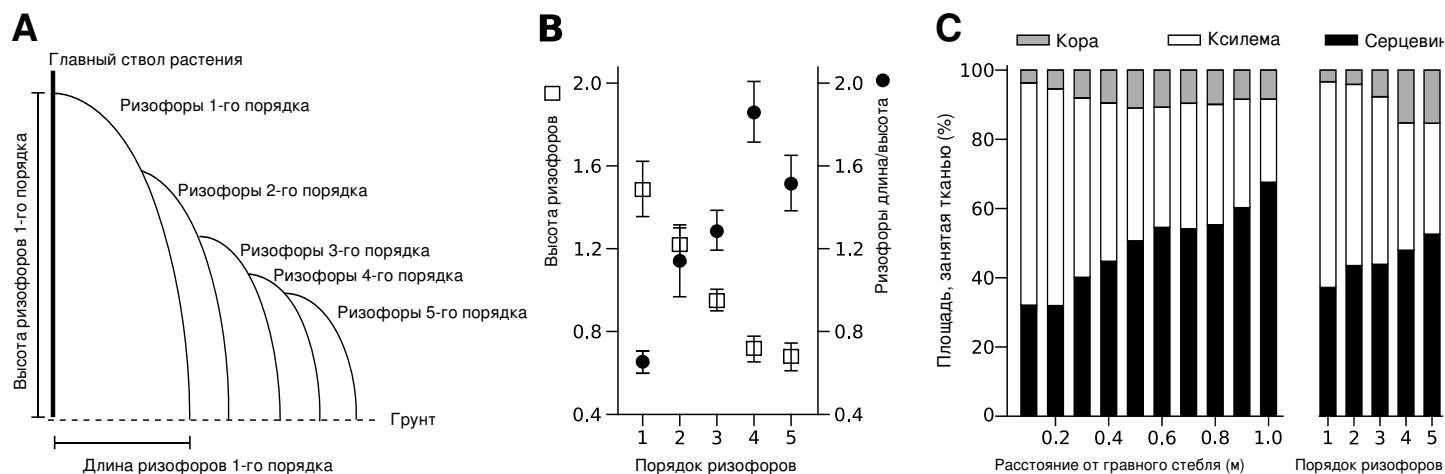


Рис.Q.15. Ризофоры растений, *Rhizophora mangle*. **А:** Измерение высоты и длины (расстояния от главного стебля до места контакта с грунтом) ризофоров. **В.** Изменение высоты (незакрашенные квадраты) и соотношения длина/высота (закрашенные кружочки) у пяти последовательных порядков ризофоров. **С:** Относительные пропорции коры (включая аэренхиму), ксилемы и сердцевин по длине каждой отдельной ризофоры первого порядка (левый), и в основании ризофоров последующих порядков (правый).

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

- Наблюдается постоянное уменьшение высоты и соотношения длина/высота у ризофоров в зависимости от их порядка.
- У ризофоров первого порядка размер ксилемы на поперечных срезах тем больше, чем ближе они находятся к основному стволу, и уменьшается с приближением к почве, тогда как процентное соотношение коры и сердцевин увеличивается.
- Когда порядок ризофоров меняется с 1 до 5, процентное соотношение коры и сердцевин уменьшается, тогда как ксилемы -увеличивается.
- Вероятно поддерживающая функция более выражена у ризофоров первого порядка с их низким соотношением длины к высоте и высоким содержанием ксилемы по сравнению с корой и сердцевиной.

Q.16

Содержание мышьяка (As) в почве вызывает озабоченность во всем мире, так как его трудно удалять из почвы и он может отрицательно влиять на здоровье человека. Хорошо известно, что папоротник *Athyrium yokoscense* накапливает в больших количествах Cd, а также выдерживает значительные концентрации Cu, Pb и Zn. Однако неизвестно, способен ли *A. yokoscense* накапливать As, хотя он часто произрастает на почвах, содержащих тяжелые металлы и As. Для изучения накопления As у *A. yokoscense*, студент провел эксперимент, в котором молодые растения папоротника, собранные в районе горных выработок, выращивали в теплице в течение 21 недели на почве

рисового поля, в которую был добавлен As, или на почве горных выработок. До переноса в теплицу биомасса папоротника составляла 0.26 ± 0.08 г сухого веса (DW)/растение, а концентрации As в молодых и старых вайях составляли 7.8 ± 0.3 и 57.7 ± 2.2 мг кг⁻¹, соответственно.

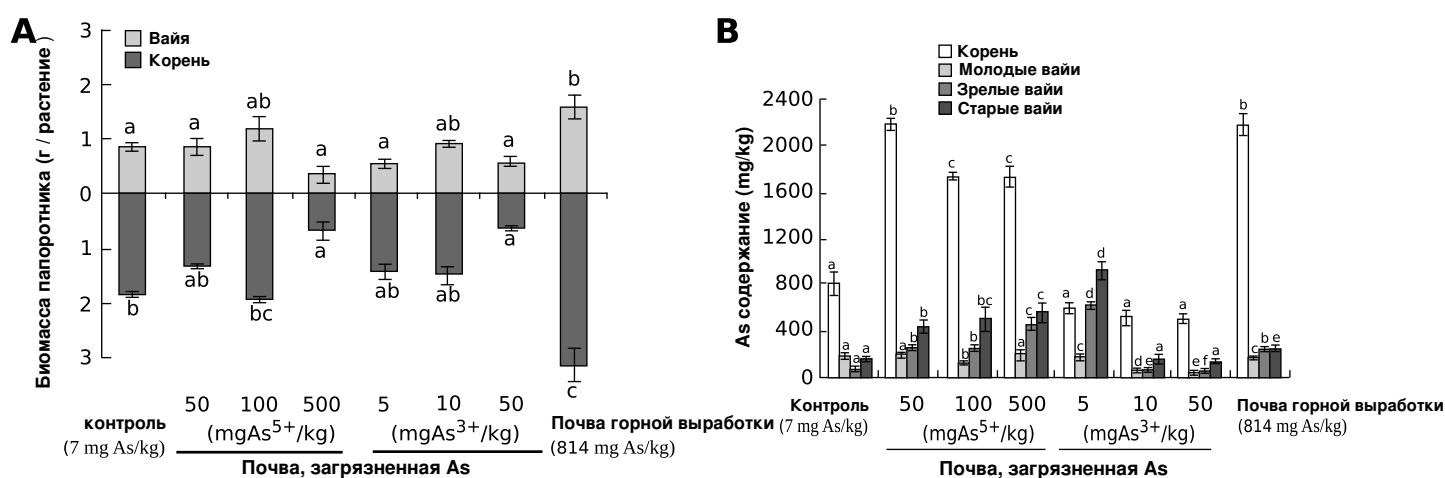


Рис. Q16. А: Сухая биомасса *A. yokoscense* после 21 недели культивирования в теплице. **В:** Концентрация As в разных частях *A. yokoscense*, выращенных на почвах с внесением As и на почвах горной выработки. Был использован критерий Тьюеи (Tukey's test) множественного сравнения и метод статистического анализа.

Статистически достоверные различия между разными видами обработки показаны для каждого органа с помощью букв а - f над столбиками. Одинаковые буквы означают, что достоверных различий для данного органа нет.

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

- Умеренные уровни As в почве способствуют росту папоротников.
- Концентрация As в корнях папоротников, выращенных на почве с добавлением арсенита (As³⁺) ниже, чем в случае добавления в почву арсената (As⁵⁺), что приводит к увеличению общей биомассы.
- Концентрация мышьяка возрастает с увеличением возраста вайи и положительно коррелирует с содержанием As в почве.
- Перенос As от корня к вайям у *A. yokoscense* на почве горных выработок был похож во времени на таковой в почве с добавкой мышьяка.

Q.17

Для изучения влияния фитогормона на созревание плодов черешни ученые использовали абсцизовую кислоту (ABA) и этифон для их обработки, после чего определяли экспрессию гена *PasNCED1*, кодирующего диоксигеназу 9-цис-эпоксикаротиноида (NCED), как ключевой фермент биосинтеза ABA. Они также исследовали экспрессию гена *PasACO1*, который кодирует оксидазу 1-аминоциклопропан-1-карбоновой кислоты (ACC), которая принимает участие в биосинтезе этилена. Транскрипт *PasACT1* (один фрагмент кДНК β -актина, обозначенный *PasACT1*, был клонирован и использован для стандартизации экспрессии всех ферментов (Рис. Q17-D).

Обработка	Устойчивость мякоти	Содержание растворимого плотного вещества/титруемая кислотность	Антоцианин (U.g^{-1})
контроль	20.3a	14.4a	13.4a
этефон	19.6a	15.3a	14.4a
ABA	11.9b	16.8b	23.8b

(a и b показывают значения, которые различаются достоверно).

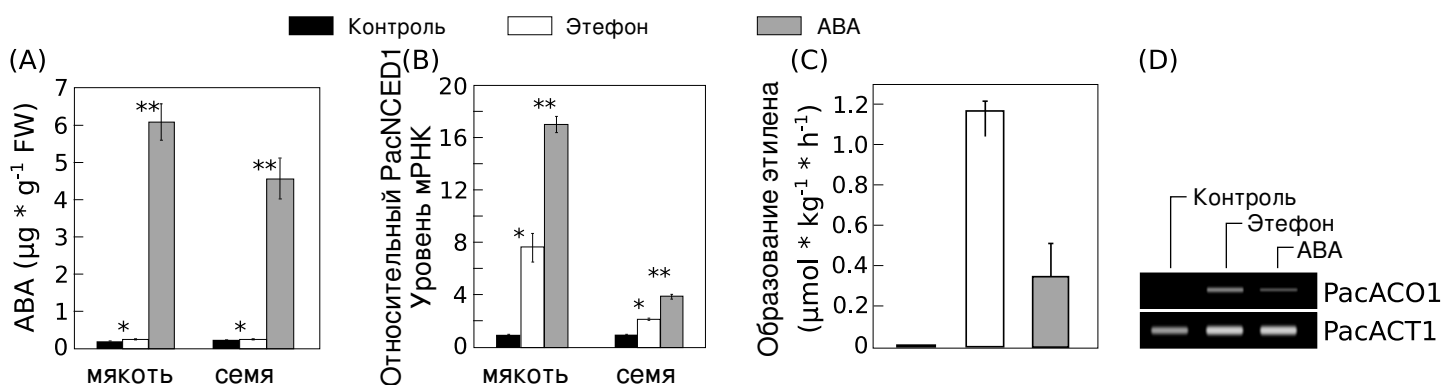


Рис. Q17. Влияние применения ABA и этифона на содержание ABA (A), накопление *PasNCED1* (B), образование этилена в процессе созревания (C) и *PasACO1* (D). * и ** показывают достоверное различие по сравнению с контролем.

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

- Как ABA, так и этифон стимулируют экспрессию генов *PasACO1* и *PasNCED1* у черешни.
- При обработке ABA экспрессия *PasNCED1* и накопление ABA в мякоти выше, чем в семенах.
- ABA индуцирует созревание плодов черешни путем стимулирования образования этилена.
- Этефон оказывает небольшой эффект на образование антоцианина и образование эндогенной ABA, чем это делает экзогенная ABA.

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Q.18

Минутный объем сердца у мужчины возрастом 55 лет в состоянии покоя составляет 7000 мл/минуту. У него артериальное давление 125/85 ммHg, пульс 100 ударов/минуту и нормальная температура тела. Рисунок Q.18 показывает изменения давления и объема крови в левом желудочке в сердечном цикле.

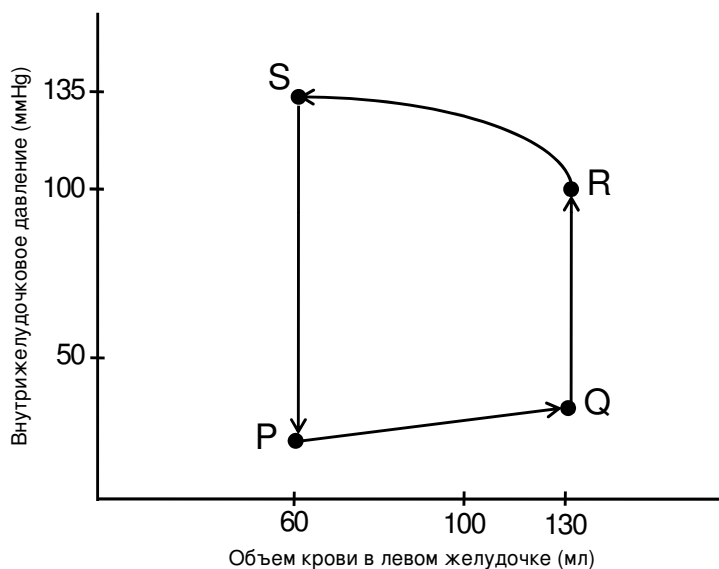


Рисунок Q18.

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

- A.** В точке Q левый атриовентрикулярный (митральный) клапан открыт.
- B.** Выброс крови из желудочка завершается в точке S.
- C.** Расстояние между точками S и P должно увеличиваться при стенозе (сужении) клапана аорты.
- D.** В период R-S кровь не поступает ни в предсердия, ни в желудочки.

Q.19

Минутный объем сердца (CO) – это объем крови, выбрасываемой сердцем за одну минуту. Минутный объем зависит от систолического (ударного) объема (SV) и частоты сердечных сокращений (HR). Минутный объем можно измерить непрямым способом по уравнению Фика: $CO = Q/(A-V)$, где Q - это скорость потребления кислорода (мл/мин), A-V - это разница между концентрацией кислорода в оксигенированной (артериальной) (A) и деоксигенированной (венозной) крови (V). Представленные ниже данные были измерены у здорового человека до и во время физических упражнений.

Параметры	До упражнений	Во время упражнений
Скорость потребления кислорода (Q)	250 мл/мин	1500 мл/мин
Разница в содержании кислорода (A-V)	50 мл/л крови	150 мл/л крови
Частота сердечных сокращений (HR)	60 ударов/мин	120 ударов/мин

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

- A.** Минутный объем возрастает в два раза во время физических упражнений.
- B.** Систолический объем во время физических упражнений больше, чем до упражнений.
- C.** Физические упражнения вызывают снижение связывания кислорода гемоглобином в тканях, что приводит к трехкратному увеличению количества кислорода, поступающего в ткани.
- D.** Для доставки в ткани 3000 мл кислорода во время упражнений необходимо 240 сердечных сокращений .

Q.20

На Рисунке Q.20 схематически представлены четыре типа врожденных пороков сердца.

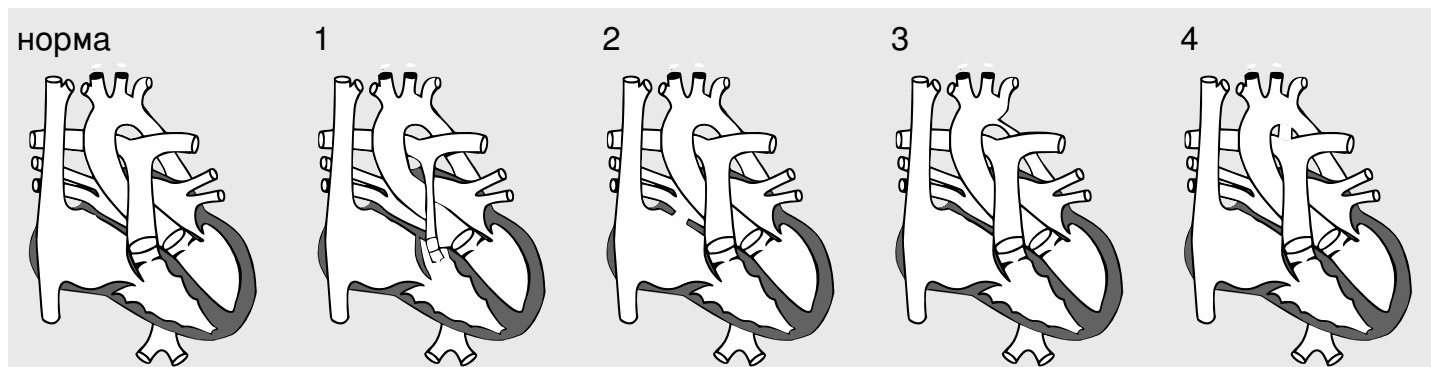


Рисунок Q.20.

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

- A.** При пороке типа 1 объём крови, поступающий в легкие, меньше чем в норме..
- B.** При пороке типа 2 возрастает систолический объём левого желудочка.
- C.** При пороке типа 3, систолическое давление крови в руках выше, чем в норме.
- D.** При пороке типа 4 увеличивается давление крови в легких.

Q.21

Рисунок Q.21 показывает, как физические упражнения влияют на дыхание. При возрастании интенсивности упражнений организм человека реагирует на повышенную потребность в газообмене двумя способами: учащением дыхания и увеличением дыхательного объема. Экспериментальные данные для хорошо тренированного спортсмена на бегущей дорожке показаны на Рисунке Q.21

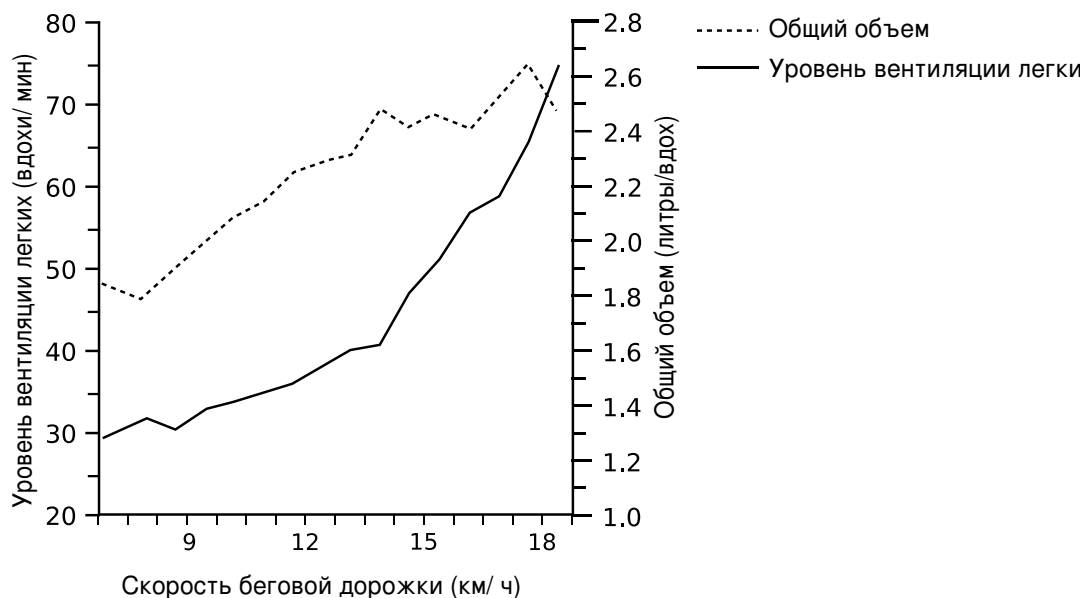


Рисунок Q.21

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

- A.** Скорость дыхания увеличивается быстрее, чем дыхательный объем, когда скорость бегущей дорожки увеличивается с 9 км/ч до 12 км/ч.
- B.** При интенсивных физических упражнениях (скорость бегущей дорожки > 15 км/ч) увеличение минутного дыхательного объема вызвано, главным образом, увеличением скорости дыхания.
- C.** При скорости бегущей дорожки 15 км/ч минутный дыхательный объем составляет приблизительно 120 л.
- D.** У взрослого человека дыхательный объем в 0,2 л и частота дыхания 30 вдохов в минуту могут обеспечивать такую же эффективность газообмена, как и дыхательный объем в 0,6 л и частота дыхания 10 вдохов в минуту.

Q.22

В одном эксперименте ученый изолировал нейрон и поместил его в стандартный раствор Рингера (изотонический солевой раствор). Он измерил потенциал покоя аксона, затем стимулировал его и измерил потенциал действия (Запись А, Рисунок Q.22). Затем он повторил опыт несколько раз с различными модификациями раствора Рингера. Рисунок Q.22 показывает некоторые из полученных результатов (Записи В - Е).

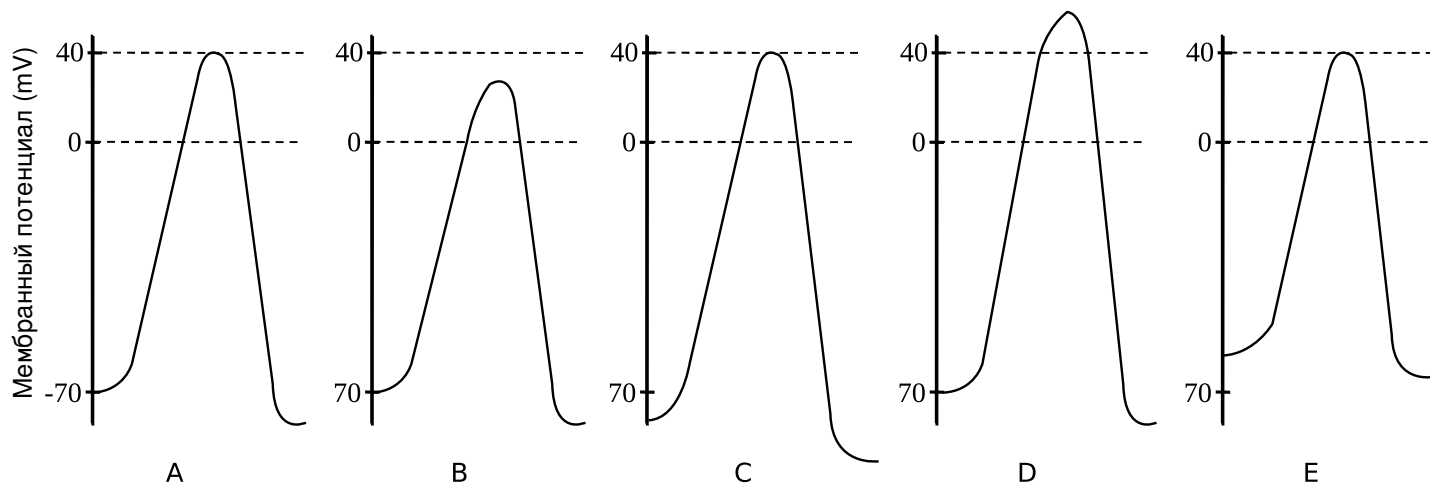


Рисунок Q.22.

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

- A.** Если модифицированный раствор Рингера содержал более низкую концентрацию Na^+ , чем стандартный раствор Рингера, то потенциал действия в нем изображен на Записи В.
- B.** Если модифицированный раствор Рингера содержал более низкую концентрацию K^+ , чем стандартный раствор Рингера, то потенциал действия в нем изображен на Записи С.
- C.** Если модифицированный раствор Рингера содержал вещество, увеличивающее проницаемость мембраны для K^+ , то потенциал действия в нем изображен на Записи D.
- D.** Если модифицированный раствор Рингера содержал вещество, увеличивающее проницаемость мембраны для Cl^- , то потенциал действия в нем изображен на Записи Е.

Q.23

Группа исследователей провела эксперимент по изучению влияния флоризина на некоторые физиологические показатели крови и мочи у нормальных и больных диабетом мышей. Флоризин является ингибитором симпортера натрия и глюкозы SGLT2, который обеспечивает реабсорбцию глюкозы в почках.

Мыши были разделены на 4 группы:

Группа 1: Нормальные мыши, которым вводили флоризин.

Группа 2.: Мыши, которым вводили стрептозотцин для индукции развития диабета 2-го типа.

Группа 3. Мыши со стрептозотцин-индуцированным диабетом 2-го типа, которым вводили флоризин.

Группа 4. Нормальные мыши (контроль).

Через 4 недели эксперимента были измерены физиологические показатели крови и мочи, а также экспрессия SGLT2 в почках мышей.

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

- A.** Давление крови у мышей Группы 3 было ниже, чем у мышей Группы 2.
- B.** Уовень экспрессии гена SGLT2 в почках мышей Группы 2 был ниже, чем таковой у мышей Группы 4.
- C.** Количество мочи у мышей Группы 1 было больше, чем таковое у мышей Группы 4.
- D.** Количество молекул SGLT2 в мозговом слое почек больше, чем чем таковое в корковом слое почек.

Q.24

Поликистоз яичников (PCOS) - это часто встречающееся у женщин заболевание, для которого характерны повышенный уровень тестостерона и хронические нарушения овуляции. При высоком уровне инсулина в крови яичники могут стимулироваться и продуцировать ещё больше тестостерона .

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

- A.** Вероятность угревой сыпи у пациенток с PCOS выше, чем у здоровых людей.
- B.** У пациенток с PCOS уровень прогестерона в крови выше, чем у здоровых людей.
- C.** У страдающих ожирением женщин риск PCOS выше, чем у женщин с нормальным весом.
- D.** Фолликулостимулирующий гормон или лютеинизирующий гормон могут применяться для повышения вероятности зачатия у женщин с PCOS.

Q.25

В жабрах пресноводных костистых рыб плазма крови отделена от пресной воды только тонким эпителием, поэтому такие ионы, как Na^+ и Cl^- , стремятся выйти из плазмы в окружающую жаберы воду, а вода пытается проникнуть в плазму через жаберный эпителий. Имеются транспортные механизмы, при помощи которых неорганические ионы и вода проходят через жаберный эпителий и которые помогают поддерживать разницу в составе ионов между плазмой и окружающей водой. На Рисунке Q.25 показан транспорт четырех ионов через эпителий жабр.

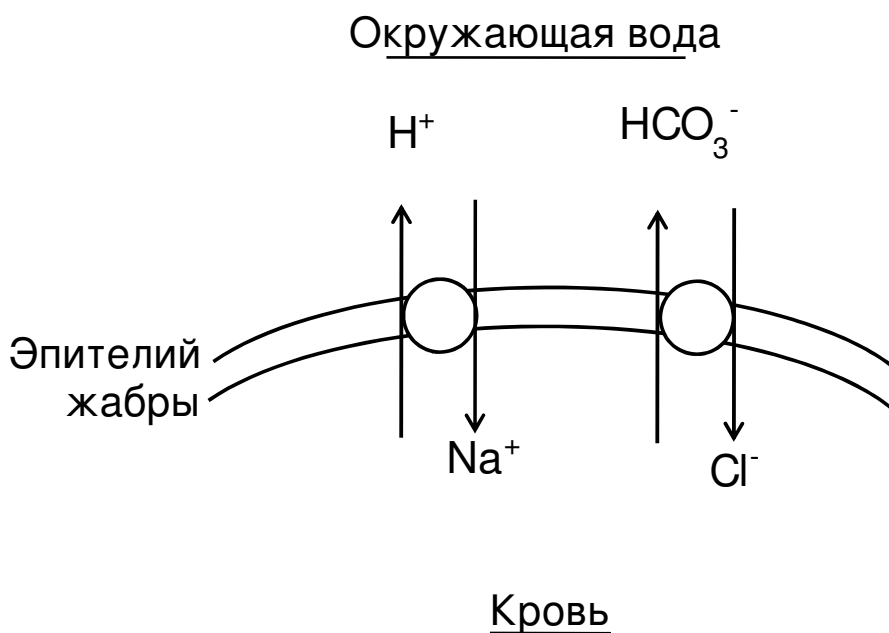


Рисунок Q.25.

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

- A.** Ингибирование транспорта Cl^- приводит к повышению pH крови.
- B.** Увеличение количества CO_2 , образуемого в процессе катаболизма, приводит к увеличению транспорта Na^+ и Cl^- через эпителиальные клетки.
- C.** Вещество, блокирующее цепь переноса электронов, вызывает снижение входа Na^+ , но не влияет на выход HCO_3^- в эпителии жабр
- D.** При алкалозе эпителиальные клетки увеличивают синтез ключевого белка, обеспечивающего антипорт $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$.

Q.26

Две группы студентов провели эксперимент по изучению функции почек. За 30 мин до начала эксперимента каждый студент в одной группе должен был выпить 500 мл воды, тогда как в другой группе каждый студент должен был выпить 100 мл воды. В момент времени $t = 0$ мин каждый студент в обеих группах должен был выпить 750 мл воды. Затем каждого студента попросили помочиться, так, как он или она делают это в нормальных условиях (без попыток изменить скорость мочеиспускания каким либо образом) в разные моменты времени, как показано Рисунке Q.26. Для измерения скорости мочеиспускания был использован электронный урофлуометр. В каждой пробе мочи измеряли концентрацию ионов Cl^- . Рисунок Q.26 показывает результаты этого эксперимента.

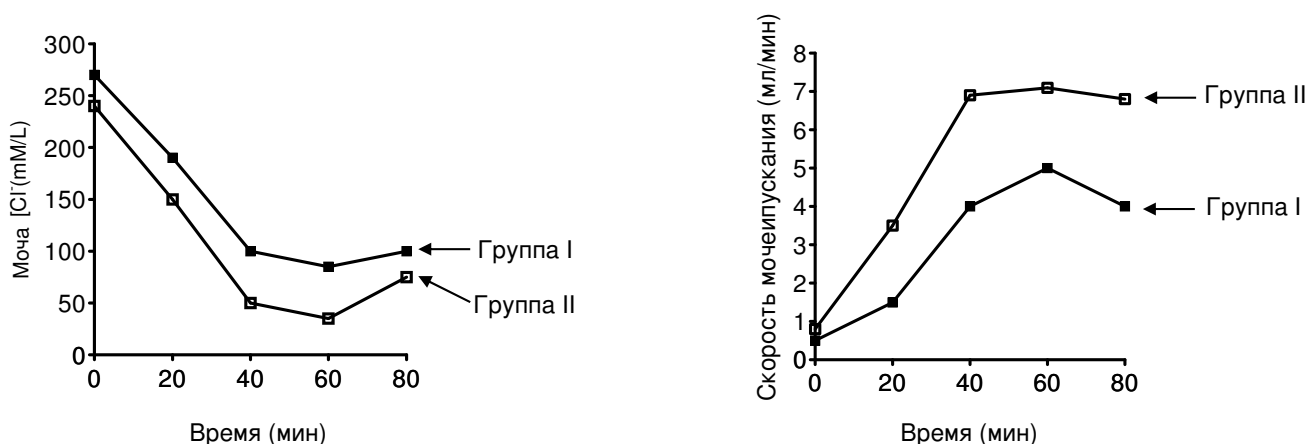


Рисунок Q.26.

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

- A.** Абсолютная реабсорбция воды нефронами у студентов Группы II при $t = 60$ мин была ниже, чем у студентов Группы I
- B.** Концентрация альдостерона в плазме крови у студентов Группы I была самой высокой при $t = 60$ мин.
- C.** Студенты в Группе I выпили по 500 мл воды за 30 мин. до начала эксперимента..
- D.** Студенты в Группе II выделяли около 140 мл мочи за период времени между $t = 40$ мин и $t = 60$ мин.

Q.27

Рисунок Q.27 показывает изменения в скорости метаболизма взрослых особей пяти видов животных в зависимости от изменения температуры внешней среды (ЕМ). Вес тела каждой особи у пяти видов был приблизительно одинаковым и составлял около 30 г. Данные были получены, когда животные находились в состоянии покоя.

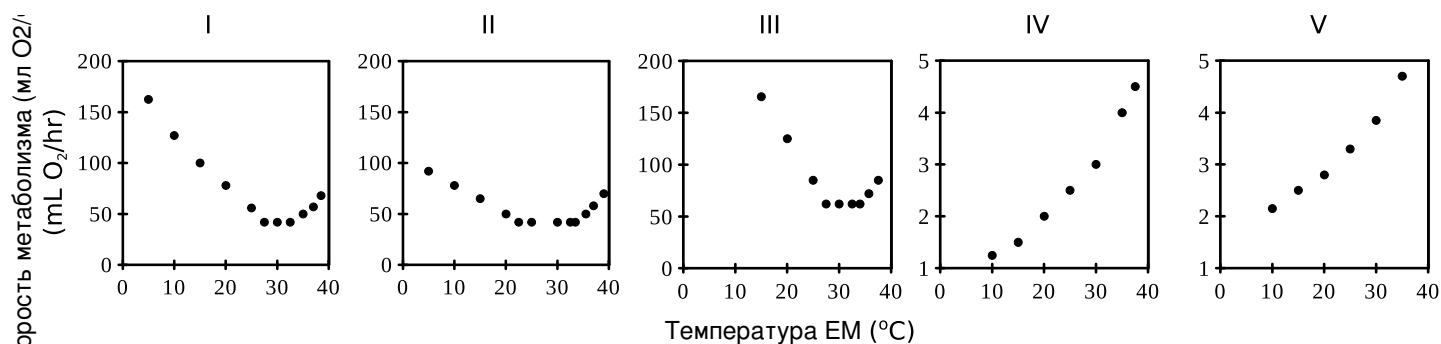


Рис.Q.27

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

- A.** Вид IV – это эктотермное (холоднокровное) животное.
- B.** Вид II имеет самую хорошую термоизоляцию среди пяти исследуемых видов.
- C.** Вид III обладает наибольшей базальной скоростью метаболизма среди пяти исследуемых видов.
- D.** Повышение температуры тела у вида V зависит, главным образом, от скорости метаболизма.

Q.28

Белок мозга BDNF является ключевым для активности нейронов. BDNF активируется во время активации нейронов лимбической системы. Важная функция BDNF у млекопитающих показана на Рисунке Q.28. Сигнал, передаваемый через рецепторы катехоламинов (бета-адренорецепторы, β -AR), оказывает специфическое положительное влияние на процесс образования бурого жира и на термогенез..

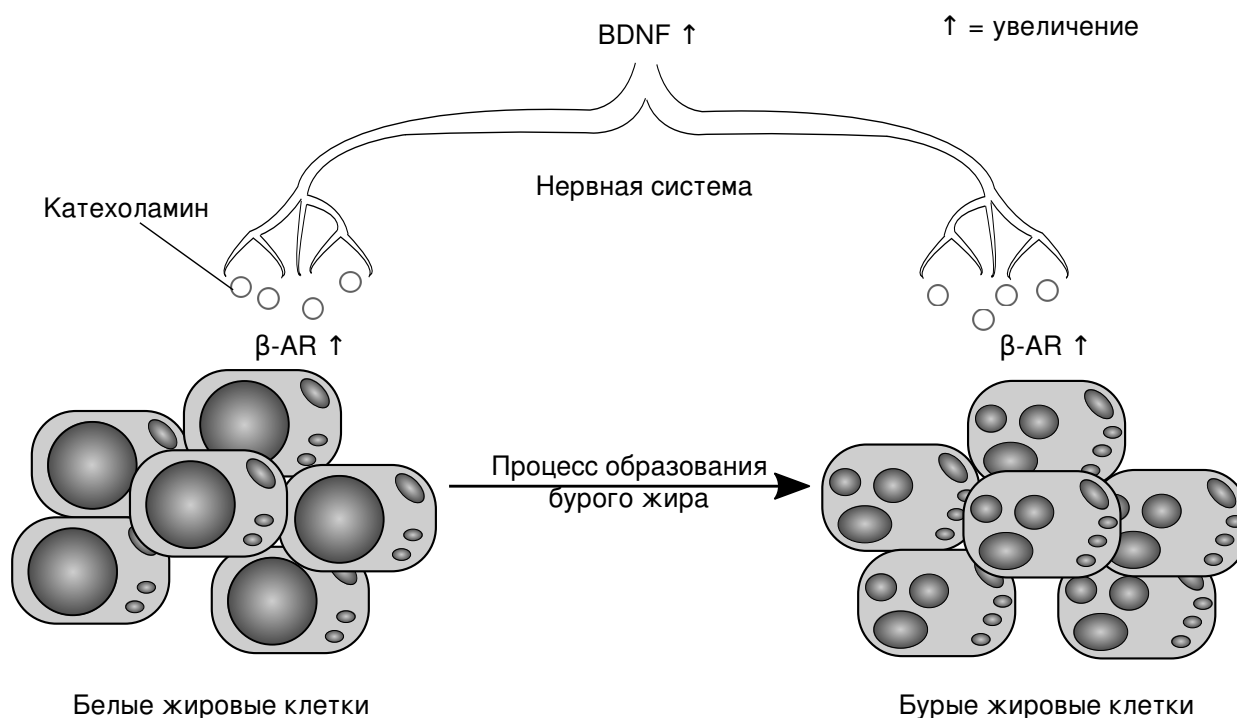


Рис. Q.28

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

- A.** Регулярное обучение и запоминание приводит к увеличению числа клеток бурого жира.
- B.** Ингибирование экспрессии BDNF уменьшает размер белой жировой ткани.
- C.** Психологическая тревожность (стресс) увеличивает количество β -AR в плазматической мембране.
- D.** Мыши, у которых удален ген β -AR, будут более чувствительны к холоду.

Q.29

Волокна скелетных мышц подразделяются на три типа: в зависимости от скорости сокращения и источника энергии для мышечного сокращения:

Тип I: Медленные окислительные мышечные волокна.

Тип IIa: Быстрые окислительные мышечные волокна.

Тип IIb: Быстрые гликолитические мышечные волокна.

На Рисунке Q.29 показана корреляция уровня экспрессии генов *Myh7*, *Myh2*, и *Myh1*, характерных для мышечных волокон типа I, IIa, и IIb соответственно в скелетных мышцах ног человека: четырехглавой, икроножной и камбаловидной мышцах.

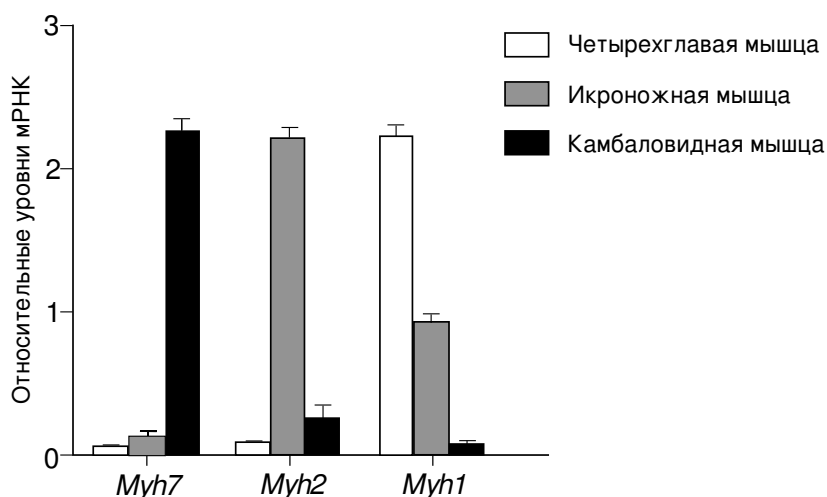


Рисунок Q.29.

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

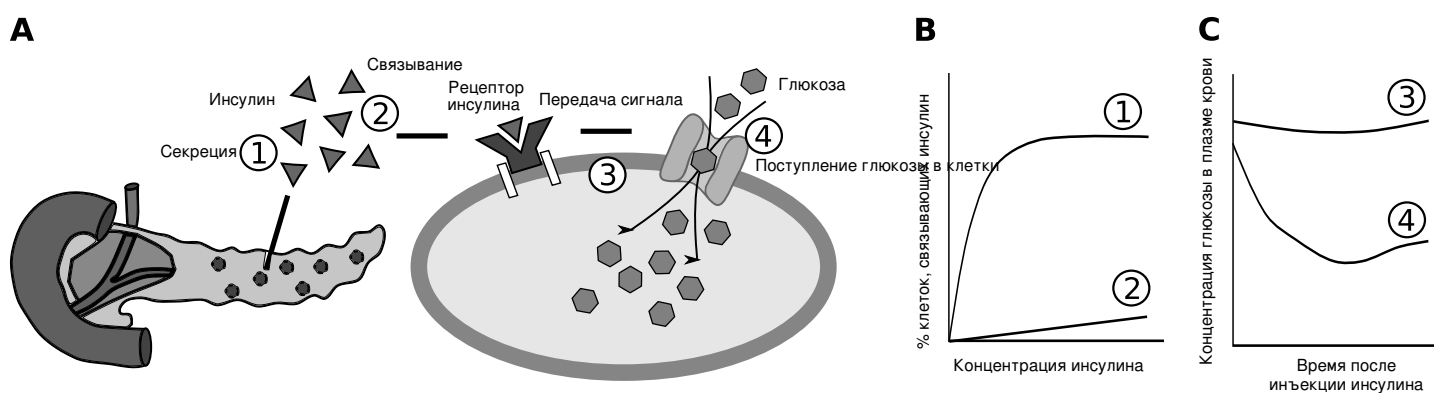
- A.** Предполагается, что у спринтеров камбаловидные мышцы более развиты, чем у бегунов на длинные дистанции.
- B.** Отношение количества митохондрий на единицу массы мышцы у четырехглавой мышцы меньше, чем у икроножной мышцы.
- C.** Камбаловидная мышца содержит меньше саркоплазматического ретикулума, чем икроножная мышца.
- D.** Регулярные тренировки выносливости в течение продолжительного периода времени могут привести к увеличению числа гликолитических мышечных волокон в икроножной мышце

Q.30

На Рисунке Q.30A показана секреция инсулина и механизм, по которому происходит стимуляция инсулином поглощения глюкозы клетками. Этот механизм включает четыре этапа, обозначенные на рисунке цифрами от 1 до 4. У каждого из четырех пациентов (Е, F, G и H) наблюдается нарушение одного из этапов показанного выше механизма. У пациентов Е, F, G нарушены этапы 1, 2, 3 и 4, соответственно. С пациентами провели два теста:

- Тест 1: У каждого пациента были взяты мышечные клетки, после чего был определен процент клеток, связывающих инсулин, при разных концентрациях инсулина (Рисунок Q.30B).

- Тест 2: Каждому пациенту вводили определенную дозу инсулина (в соответствии с весом пациента), после чего измеряли концентрацию глюкозы в плазме крови через разные промежутки времени после введения инсулина (Рисунок Q.30C).



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

- A.** Кривая 1 показывает результаты Теста 1 у пациента G.
- B.** Кривые 2 и 3 показывают результаты Тестов 1 и 2, соответственно у пациента F.
- C.** Кривая 3 показывает результаты теста у пациента E.
- D.** Кривые 1 и 4 показывают результаты Тестов 1 и 2, соответственно, у пациента H.

Q.31

Было изучено территориальное поведение у краснощекого настоящего бьюльбюля (*Pycnonotus jocosus*) в предгнездовой период и во время самого гнездования. Из десяти различных мест вокруг здания фермы, где жили подопытные птицы, воспроизводили песни «подсадных уток». В разных местах учитывалось время, спустя которое местные самцы начинали проявлять территориальное поведение (время до ответной реакции) (Таблица Q.31). Оседлые птицы защищают территорию агрессивными криками, демонстрируют угрозу и пытаются напасть на «подсадных уток».

Таблица Q.31

Точка (станция)	C	I	K	G	H	B	F	J	D	E
Расстояние (м)	20	50	110	30	50	19	46	72	29	38
Направление	N	N	N	S	S	E	E	E	W	W
Предгнездовой										
Защита территории	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-
Время до ответной реакции	1	3	>10	5	>10	1	3	>10	4	>10
Гнездование										
Защита территории	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-
Время до ответной реакции	0.2	1	>10	0.7	>10	0.3	2.5	>10	1	>10

Таблица Q.31. Среднее время до начала демонстрации территориального поведения (минуты). (+) означает наличие поведения защиты территории, тогда как (-) - отсутствие защиты территории. N=север, S=юг, E=восток и W=запад.

Основываясь на приведенной информации, для каждого утверждения укажите в Листе Ответов, является оно Верным или Неверным

- A.** Размер территории в предгнездовой период был меньше, чем в период гнездования.
- B.** Четырехугольник, ограниченный точками G, D, I и F, маркирует размер территории у птицы.
- C.** Самцы быстрее реагировали на «подсадную утку» в пределах их территории во время периода гнездования.
- D.** Интенсивность проявления территориального поведения зависит от сезонных колебаний уровня гормонов.

Q.32

Самки летучих мышей-вампиров живут колониями, состоящими из неродственных самок и их потомства. Они питаются исключительно кровью растительноядных животных. Полностью насытившиеся летучие мыши часто делятся некоторым количеством крови, которую они собрали, с голодающими мышами и очень вероятно, что они получают кровь от этих особей, когда голодают сами.

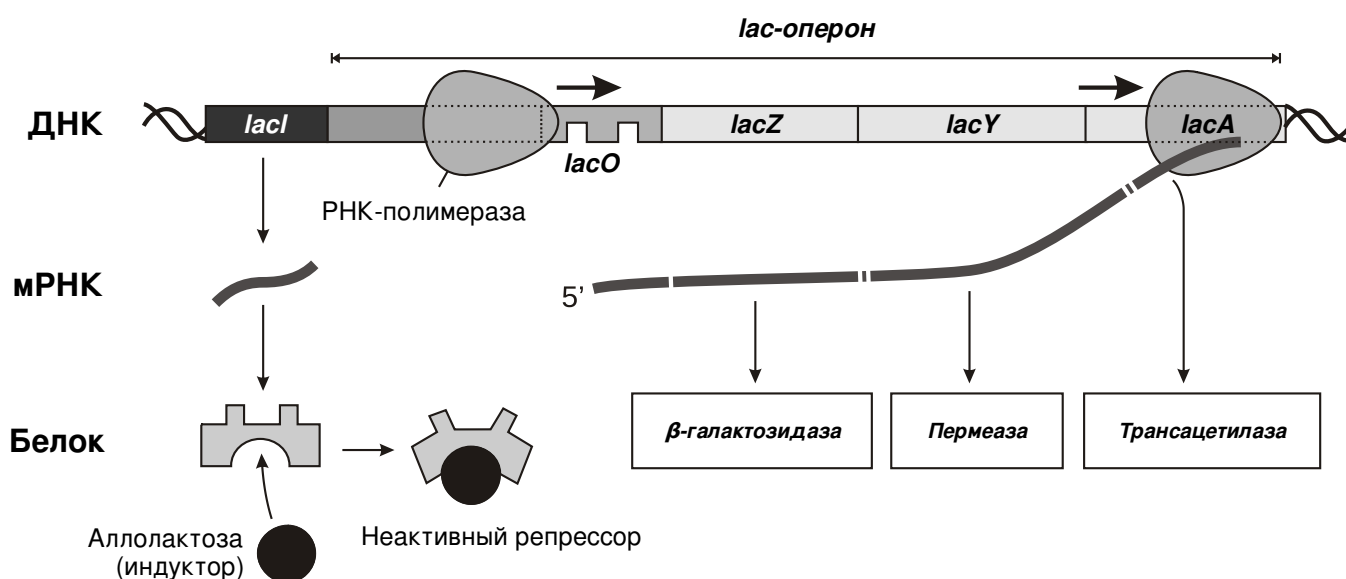
Укажите, какое из следующих утверждений относительно такого поведения у летучих мышей является верным или неверным.

- A.** Семейный отбор играет важную роль в эволюции пищевого альтруизма у летучих мышей-вампиров
- B.** Вероятно, летучие мыши-вампиры живут колониями только на протяжении коротких периодов времени.
- C.** Летучие мыши, демонстрирующие подобное поведение, имеют более высокую относительную приспособленность, чем если бы они не делали этого.
- D.** Летучие мыши-вампиры способны узнавать и запоминать других особей летучих мышей.

ГЕНЕТИКА И ЭВОЛЮЦИЯ

Q.33

У мистера Лонга есть 10 штаммов *Escherichia coli* с различными мутациями в *lac*-опероне. Анализируя их ДНК он выяснил, что каждый из штаммов относится к одному из типов мутантов: *lacZ⁻*, *lacY⁻*, *lacI⁻*, *lacIS* (репрессор LacI^S может связываться с оператором, но не может связываться с индуктором) *lacO^c* (репрессор не связывается с оператором из-за мутации в операторе *lacO^c*). Лонг также знает, что штамм №6 является *lacZ⁻* мутантом. Ниже приведена схема *lac*-оперона.



Мистер Лонг выделил ДНК, содержащую *lac*-оперон, из каждого штамма (доноры) и трансформировал ей другие штаммы, получая таким образом меродиплоидные штаммы (реципиенты). После этого штаммы-реципиенты культивировали на минимальной среде, содержащей лактозу как единственный источник углерода. В таблице ниже отмечен рост соответствующих штаммов (+ означает, что штамм растет, - что штамм не растет).

Штаммы-реципиенты	2	-								
	3	-	+							
	4	-	+	+						
	5	+	+	+	+					
	6	-	+	+	+	+				
	7	-	+	+	+	+	-			
	8	-	-	-	-	+	-	-		
	9	+	+	+	+	+	+	+	+	
	10	-	+	-	+	+	+	+	-	+
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Штаммы-доноры										

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

- A.** Штамм №7 является *lac Z* мутантом
- B.** Штамм №3 является *lac Y* мутантом
- C.** Штаммы 2 и 4 являются мутантами одного типа
- D.** Если штамм 5 трансформировать его собственной ДНК, то полученные клетки не будут расти на данной среде.

Q.34

Мистер Лонг проанализировал ДНК членов трех семей используя 6 STR-локусов (STR = короткие tandemные повторы), расположенных на шести разных аутосомах. У каждого STR-локуса обычно имеется множество аллелей, которые обозначаются числами, например 3 и 5 для локуса 1 для образца Хуонг. Первая семья состоит из отца Хунга, матери Хуонг и их сына Дунга. Вторая семья: отец Нхан и два сына Тин и Нгхиа. Третья семья: отец Фу и его сын Куй. Лонг также проанализировал ДНК человека по имени Дат, которые не является родственником ни одной из семей. Образцы были в случайном порядке подписаны цифрами, но мистер Лонг забыл, где чей образец, за исключением образца Хуонг.

STR-локусы

Образцы ДНК		Локус 1	Локус 2	Локус 3	Локус 4	Локус 5	Локус 6
	Хуонг	3/5	2/2	5/6	3/3	1/2	2/6
	669	3/5	2/7	4/9	5/8	3/7	4/5
	297	1/5	3/3	3/3	6/9	2/7	4/8
	653	1/5	2/2	6/6	3/7	2/9	4/5
	735	5/7	2/4	5/5	3/4	2/2	1/2
	130	5/7	7/7	5/9	3/8	2/7	4/5
	860	1/6	2/3	3/5	6/7	1/7	2/8
	938	3/7	4/5	5/6	4/4	2/3	1/2
	264	3/7	7/7	1/4	5/9	7/9	3/4

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

- A.** Образец 735 - ДНК Дата.
- B.** Образец 669 - ДНК Нхана.
- C.** Образец 938 - ДНК Хунга.
- D.** Образец 297 может быть образцом ДНК Фу.

Q.35

У некоторых грибов можно картировать положение центромеры используя линейные тетрады. Если между геном E и центромерой не происходил кроссинговер, 4 споры располагаются в порядке eeEE или EEee (рисунок Q.35A). Если между геном E и центромерой произошел кроссинговер, 4 споры располагаются в порядке eEeE или EeEe (рисунок Q.35B). При этом возможен многие типы кроссинговера, между 2, 3 и 4 хроматидами как показано на рисунке Fig.Q.35C.

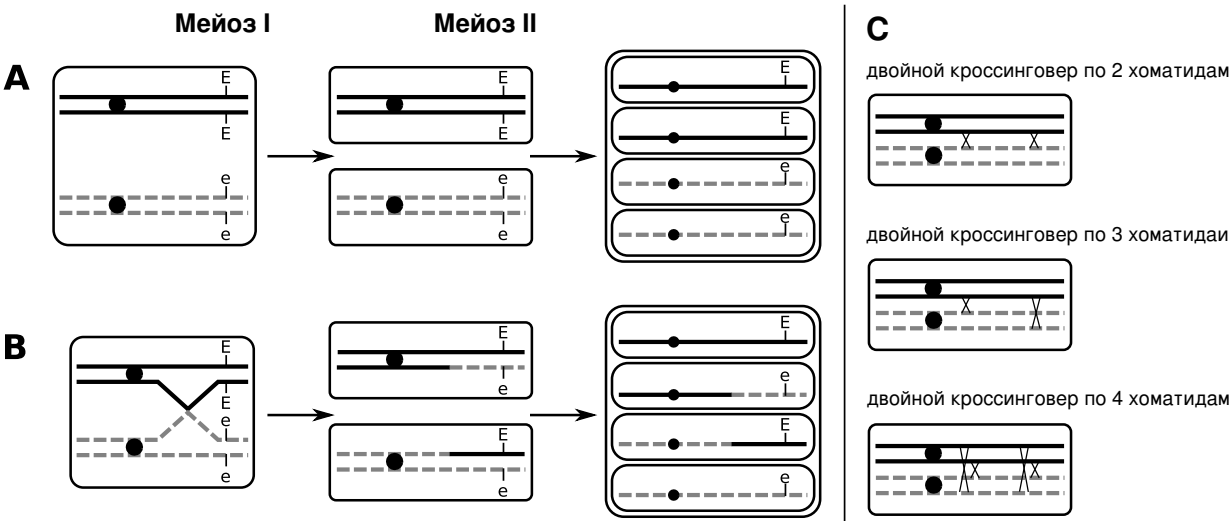


Рисунок Q.35

Штамм ab скрестили со штаммом a+b+ и рассмотрели 100 линейных тетрад. Были выявлены 6 генотипических классов тетрад в следующих соотношениях (генотипы в таблице расположены в соответствии с положением спор в тетрадах).

Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4	Класс 5	Класс 6
ab	ab	ab	ab	ab ⁺	ab
a ⁺ b	ab ⁺	ab	a ⁺ b ⁺	a ⁺ b	a ⁺ b ⁺
ab ⁺	a ⁺ b	a ⁺ b ⁺	ab	ab ⁺	ab ⁺
a ⁺ b ⁺	a ⁺ b ⁺	a ⁺ b ⁺	a ⁺ b ⁺	a ⁺ b	a ⁺ b
15	29	47	2	2	5

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

- A.** Локусы a и b расположены на одном и том же плече хромосомы.
- B.** Класс 4 образовался в результате двойного кроссинговера между 4 хроматидами.
- C.** Класс 6 образовался в результате двойного кроссинговера между 3 хроматидами, один кроссинговер произошел между геном a и центромерой, и два - между центромерой и геном b.
- D.** Класс 5 образовался в результате двойного кроссинговера между 2 хроматидами.

Q.36

Наследуемость в широком смысле (H^2) представляет собой отношение дисперсии значения признака, обусловленной генетически (V_g), к общей дисперсии значения признака (V_p):

$$H^2 = V_g/V_p.$$

Фенотипическая дисперсия часто разделяется на 3 компонента: генетическая дисперсия (V_g), дисперсия, вызванная условиями среды (V_e) и дисперсия, вызванная взаимодействием генетических и средовых факторов (V_i), $V_p = V_g + V_e + V_i$. Генетическая дисперсия разделяется на три компонента: аддитивная (V_a , куммулятивный эффект отдельных локусов), доминантная (V_d) и связанная с генетическими взаимодействиями (V_{gi}). $V_g = V_a + V_d + V_{gi}$.

Наследуемость в узком смысле равна (h^2) = V_a/V_p .

Для каждого утверждения о наследуемости укажите в Листе Ответов, является ли оно Верным или Неверным.

- A.** Низкое значение H^2 для какого-то признака обязательно означает, что этот признак определяется в основном условиями среды.
- B.** Генетическая дисперсия может зависеть от условий, с которыми сталкивается популяция.
- C.** Искусственный отбор обязательно будет более эффективным в отношении признаков с более высоким значением h^2 по сравнению с признаками с более низким значением h^2 .
- D.** Были скрещены две чистые линии фасоли, образующие семена разной массы. V_p для F_1 и F_2 составили соответственно: $F_1 = 2.0$ и $F_2 = 4.1$. Если игнорировать эффект взаимодействия генотипа и среды, то H^2 для массы семян составляет 0,51.

F.D. Enfield проводил отбор на увеличение размера тела у жука *Tribolium castaneum*. Он начал с популяции жуков, в которой средняя масса тела составляла 2,4 г, а дисперсия 4,0 г². В каждом поколении селекционный дифференциал (разница между средним значением признака среди особей, отобранных для дальнейшего размножения, и средним по поколению, из которого они были отобраны) (величина сдвига среднего значения признака) составлял 0,022. Исходное значение h^2 (наследуемость в узком смысле, т.е. отношение аддитивной генетической дисперсии к общей фенотипической дисперсии) размера тела в исходной популяции составляло 0,3. В течение первых 50 поколений средний вес в исследуемой популяции возрастал линейно. Спустя 125 поколений отбора средний вес достиг 5,8 г, (более чем в 2 раза больше исходного), и последующий отбор не приводил к дальнейшему возрастанию размера тела. Самые легкие особи в конечной популяции были тяжелее, чем самые тяжелые в исходной популяции. Enfield определил h^2 для популяции после 125 поколений отбора и обнаружил, что оно было лишь немного ниже, чем в исходной популяции.

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

- A.** То, что популяции перестала изменяться под действием отбора объясняется тем, что было истощено ее генетическое разнообразие.
- B.** Получить популяцию, среднее значение в которой выходит за пределы диапазона значения признака в исходной популяции, стало возможным потому, что отбор на увеличение размеров тела благоприятствует гетерозиготам.
- C.** Спустя 125 поколений отбора последующий отбор сможет привести к дальнейшему увеличению размера тела, если мы увеличим селекционный дифференциал (сделаем его больше, чем 0,022 г).
- D.** Если прекратить отбор после 125-го поколения, то средний размер тела будет уменьшаться.

Q.38

Мутантный самец мыши внешне нормален, но по сравнению с нормальными самцами имеет репродуктивные аномалии, проявляющиеся в сниженном среднем числе эмбрионов, как показано в таблице Q.38. Эта аномалия проявляется после оплодотворения.

Среднее число эмбрионов

Скрещивание	Имплантированные в стенку матки	Погибшие после имплантации	Нормальные	Смертность эмбрионов (%)
мутант ♂ X нормальная ♀	8.7	5.0	3.7	57.5
нормальный ♂ X нормальная ♀	9.5	0.6	8.9	6.5

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

- A.** Мутантный самец может иметь делецию участка хромосомы.
- B.** Мутантный самец может иметь хромосомную транслокацию в гетерозиготном состоянии.
- C.** Мутантный самец может иметь хромосомную инверсию в гетерозиготном состоянии.
- D.** Генетическую аномалию у данного мутантного самца можно диагностировать путем цитологических наблюдений за его клетками на стадии мейоза.

Q.39

Скорость видообразования отличается у разных групп организмов. Одни группы включают много видов, другие только несколько.

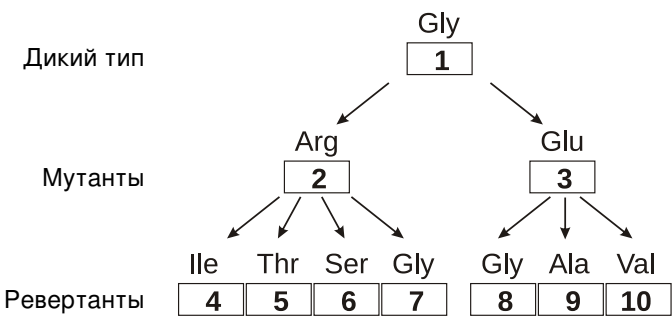
Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений о факторах, влияющих на скорость видообразования, Верным или Неверным.

- A.** Чем больше число видов в некоторых таксонах, тем выше вероятность образования в них новых видов.
- B.** Семейства растений, опыляемых животными, в среднем имеют больше видов, чем близкородственные семейства, опыляемые ветром.
- C.** У животных со сложным репродуктивным поведением, вероятно, образование новых видов происходит медленнее.
- D.** Колебания климата могут ускорять видообразование.

Q.40

Около 50 лет назад Чарлз Яновский изучал последовательность триптофан-синтетазы у *E. coli*. У белка дикого типа (1) в положении 38 находится глицин. Яновский выделил два мутанта с неактивным *trp*: 2 и 3. У мутанта 2 в положении 38 вместо Gly находится Arg, а у мутанта 3 в положении 38 находится Glu. Мутанты 2 и 3 были высеяны на чашку с минимальной средой (без триптофана). Появившиеся колонии представляют собой спонтанных мутантов, у которых была восстановлена функция триптофан-синтазы. Аминокислота в положении 38 была идентифицирована, как показано на Рисунке А. Предположим, что каждое замещение аминокислоты происходит путем однонуклеотидной замены.

А



В

		Второе основание					
		U	C	A	G		
Первое основание	U	UUU Phe UUC UUA Leu UUG	UCU Ser UCC UCA UCG	UAU Tyr UAC UAA Stop UAG Stop	UGU Cys UGC UGA Stop UGG Trp	U C A G	Третье основание
	C	CUU Leu CUC CUA CUG	CCU Pro CCC CCA CCG	CAU His CAC CAA Gln CAG	CGU Arg CGC CGA CGG	U C A G	
	A	AUU Ile AUC AUA AUG Met	ACU Thr ACC ACA ACG	AAU Asn AAC AAA Lys AAG	AGU Ser AGC AGA Arg AGG	U C A G	
	G	GUU Val GUC GUA GUG	GCU Ala GCC GCA GCG	GAU Asp GAC GAA Glu GAG	GGU Gly GGC GGA GGG	U C A G	

Укажите в Листе Ответов, является ли каждое из следующих утверждений о 38 кодоне триптофан-синтезы Верным или Неверным.

- А. Мутант 2 возник в результате замены основания в первом положении кодона 38.
- В. Вероятно, штаммы 7 и 8 имеют ту же последовательность, что и штамм дикого типа.
- С. Кодон у штамма 10 - это 5'GUA3'
- Д. Кодон у штамма 6 - это 5'AGC3'.

Q.41

Частота аллелей группы крови АВ0 человека в популяции составляет $p(I^A) = 40\%$, $p(I^B) = 40\%$, $p(i) = 20\%$.

Считая, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга, укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений Верным или Неверным.

- A.** В этой популяции число особей с группами крови А и В должны быть одинаковым.
- B.** В этой популяции число особей с группами крови А и АВ должны быть одинаковым.
- C.** В этой популяции частота особей с антителами анти-В составляет 64%.
- D.** Лocus АВ0 находится на аутосоме, поскольку частота групп крови одинакова для мужчин и женщин (не зависит от пола).

Частотно-зависимый отбор – это эволюционный процесс, при котором приспособленность какого-либо фенотипа зависит от частоты его встречаемости по отношению к другим фенотипам в данной популяции. В случае **положительного** частотно-зависимого отбора, приспособленность фенотипа возрастает по мере того, как он становится более распространенным. При **отрицательном** частотно-зависимом отборе приспособленность фенотипа снижается по мере того, как он становится более распространенным.

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

- A.** Аллели самонесовместимости у растений являются примерами отрицательного частотно-зависимого отбора.
- B.** Распространение нового появившегося вируса в популяции людей регулируется отрицательным частотно-зависимым отбором.
- C.** Преобладание *Papilio memnon*, самки которого напоминают несъедобного *Papilio coon*, является примером положительного частотно-зависимого отбора.
- D.** Распространение генов, ответственных за предупреждающую окраску у токсичных или несъедобных организмов в популяции, регулируется положительным частотно-зависимым отбором.

Q.43

Проведен эксперимент со стрекозами (*Leucorrhinia intacta*). Популяция личинок стрекоз была разделена на две группы. Обе группы поместили в клетки с неограниченным количеством пищи. Первая группа подвергается воздействию хищной рыбы, которая может плавать свободно, но не может попасть в клетку. Вторая группа представляет собой контроль без хищника. Доля выживших личинок и доля живых личинок, неспособных к метаморфозу, в двух группах показаны ниже:

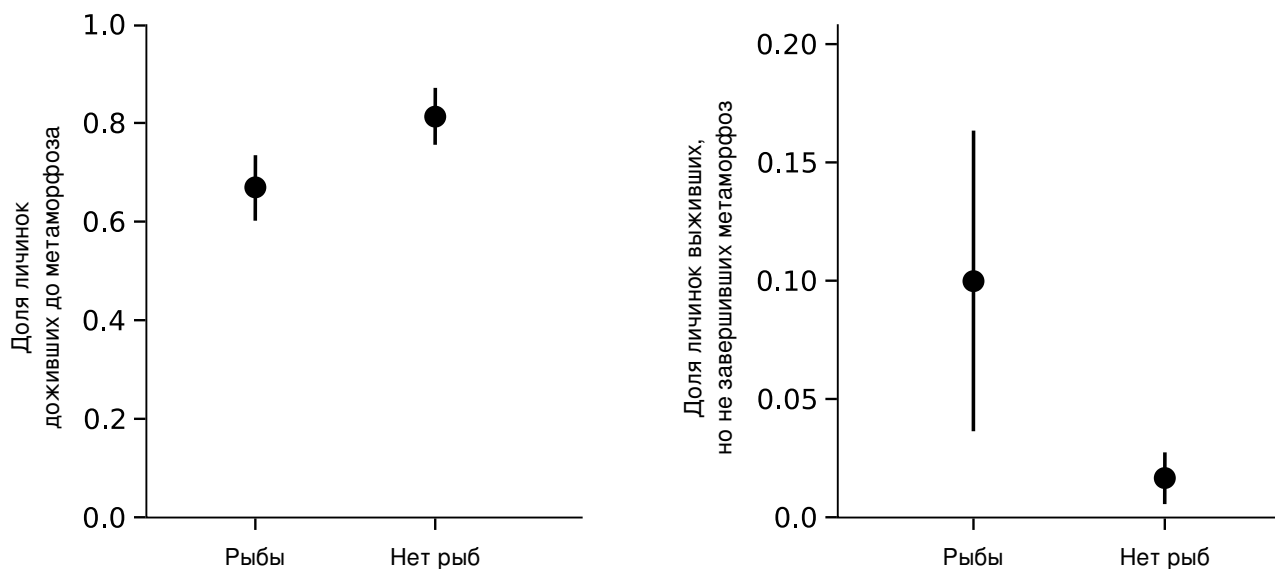


Рисунок Q.43

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

- A.** Одной из причин нарушения метаморфоза у личинок в присутствии хищника, не вызывающего смерть, является каннибализм.
- B.** Высокая смертность личинок в первой группе является результатом стресса, возникшего из-за присутствия хищника.
- C.** В опыте с присутствием хищника, процент особей, которые переживают стадию личинки с переходом во взрослое состояние, ниже, чем процент таковых при отсутствии хищника.
- D.** Выживание стрекоз до метаморфоза зависит от присутствия хищника, в то время как выживание во время метаморфоза от этого не зависит.

Q. 44

В лабораторных условиях было проведено исследование по изучению влияния температуры на межвидовую конкуренцию между двумя видами речных лососевых рыб *Salvelinus malma* и *S. leucomaenis*, для которых в природе в основном характерно аллопатрическое распространение на разных высотах (т.е. ареалы двух видов обычно не перекрываются). Были использованы три комбинации популяций этих видов, включающие аллопатрические популяции *S. malma* и *S. leucomaenis*, и симпатрические популяции этих двух видов. Эти популяции были подвержены влиянию низкой (6°C) и высокой (12°C) температур, при которых обычно процветают аллопатрические популяции *S. malma* (6°C) и *S. leucomaenis* (12°C).

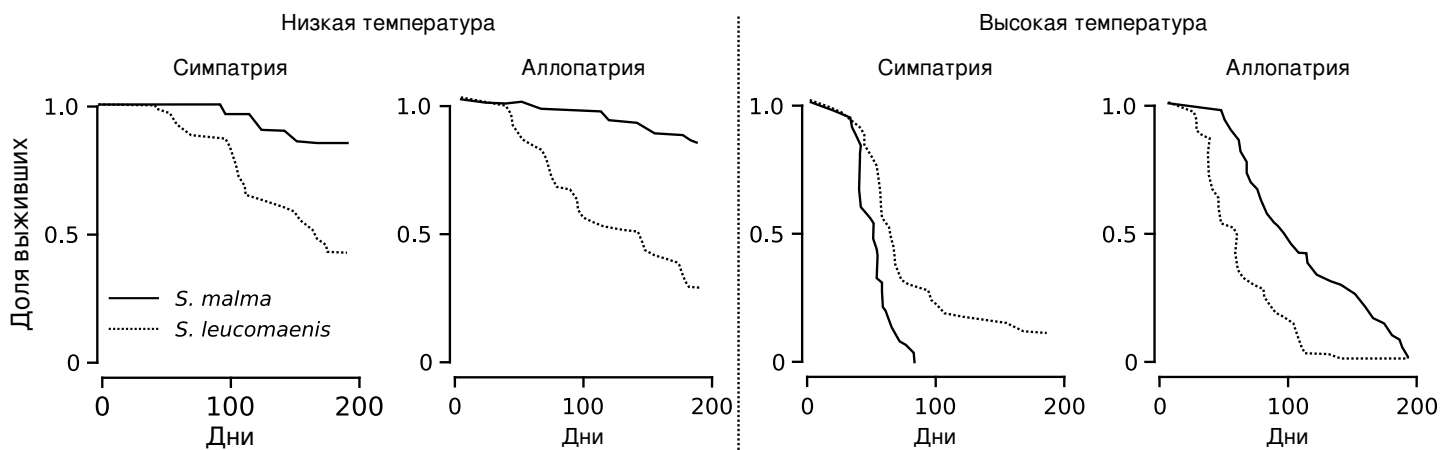


Рисунок Q.44

Укажите в **Листе Ответов**, какое из следующих утверждений является верным или неверным.

- A.** Вероятно, конкуренция между этими двумя видами находится под влиянием температуры и высоты.
- B.** *S. malma* может распространяться на больших высотах, чем *S. leucomaenis*.
- C.** Вероятно, *S. leucomaenis* более устойчив к стрессу от воздействия низких температур, *S. malma*.
- D.** *S. malma* имеет более узкую фундаментальную нишу, чем *S. leucomaenis*.

Q. 45

У самцов гуппи (*Poecilia reticulata*) существует сложный полиморфизм расцветок, который изменяется в зависимости от количества хищников, отражая баланс между отбором, осуществляемым хищником (приводит к проявлению криптической (защитной) окраски) и половым отбором (приводит к проявлению яркой, заметной окраски). Для исследования этого явления были использованы три экспериментальных пруда, в которых симулировались реальные условия естественного местообитания гуппи и их хищников, *Rivulus hartii* и *Crenicichla alta*. Один пруд был контрольным, тогда как в каждый из двух остальных прудов был добавлен один из хищников. *C. alta* является более опасным, чем *R. hartii*.

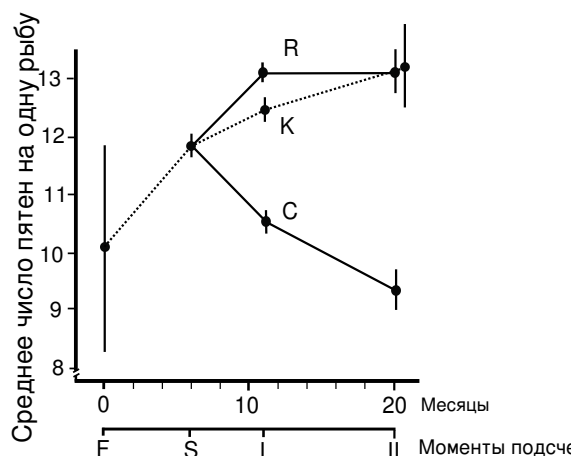


Рисунок Q 45. Изменение среднего числа пятен у рыб в течение опыта. Линия 'K' представляет пруд без хищника, 'R' для пруда с *R. hartii*, и 'C' для пруда с *C. alta*. По оси X, 'F' обозначает время, когда были образованы популяции, 'S' обозначает время, когда вносили хищника, а 'I' и 'II' обозначают моменты последующих подсчетов.

Укажите в **Листе Ответов**, является ли каждое из следующих утверждений верным или неверным.

- A.** Яркая окраска всегда снижает приспособленность *P. reticulata*.
- B.** По представленным на графике данным нельзя сделать вывод о половом отборе по признаку окраски у *P. reticulata*.
- C.** Окраска *P. reticulata* может давать преимущество при спасении от *R. hartii*.
- D.** Возможно, хищники используют два различных механизма обнаружения *P. reticulata*.

Q.46

Poa и *Stipa* – это два многолетних травянистых растения степей. Домашние и дикие растительноядные отдают предпочтение первому из двух видов, тогда как второй относительно неприятный на вкус. Ученые выращивали растения *Poa* на различных расстояниях от растений *Stipa*, при наличии и отсутствии барьеров для корней и при различной интенсивности выпаса, и затем регистрировали рост растений *Poa*.

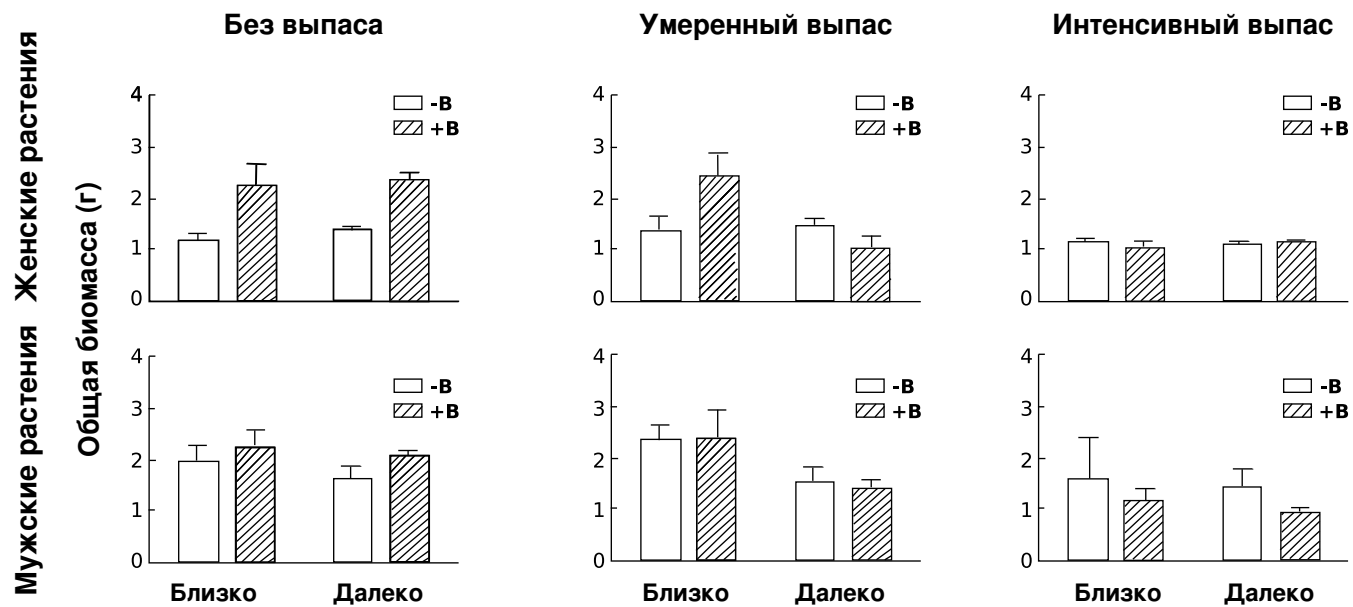


Рисунок Q 46-1. Влияние расстояния (рядом и на отдалении), барьера (без барьера (-B) и с барьером (+B)) для конкуренции между корнями женских растений *Poa* (верхняя часть) и мужских растений (нижняя часть) на общую биомассу при разной интенсивности выпаса,

В другом эксперименте изучали плотность мужских и женских растений *Poa* при различных уровнях выпаса.

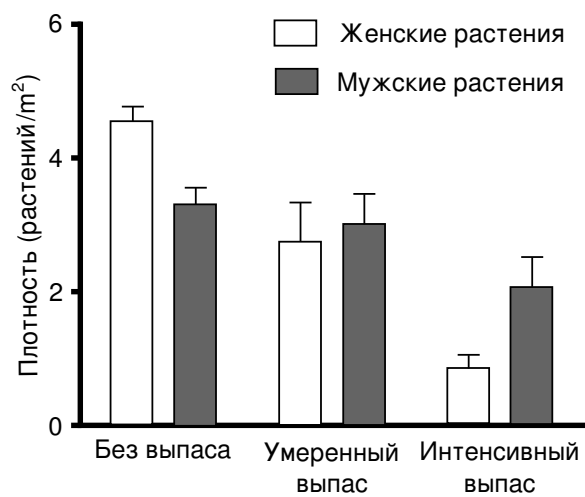


Рис.Q.46-2

Укажите в **Листе ответов**, каждое из следующих утверждений является верным или неверным.

- A.** Расстояние до менее привлекательных на вкус соседей *Stipa* влияет на биомассу женских и мужских растений *Poa* на участке без выпаса.
- B.** На участке с умеренным выпасом независимо от пола растений *Poa* растут лучше рядом с пучками *Stipa*, чем на расстоянии от них, показывая положительный эффект растений *Stipa* на оба пола.
- C.** Существует сильная подземная конкуренция между женскими растениями *Poa* и соседними растениями *Stipa* на участке без выпаса.
- D.** На сдвиг соотношения полов в популяции влияет интенсивность выпаса домашних животных.

Q.47

Козы питаются зелеными частями люцерны и кукурузы . В момент времени 0, их также накормили семенами *Mimosa*. Наличие жизнеспособных семян *Mimosa* в козьих фекалиях было зарегистрировано в эксперименте по проращиванию семян, прошедших через пищеварительный тракт, а также контрольных семян.

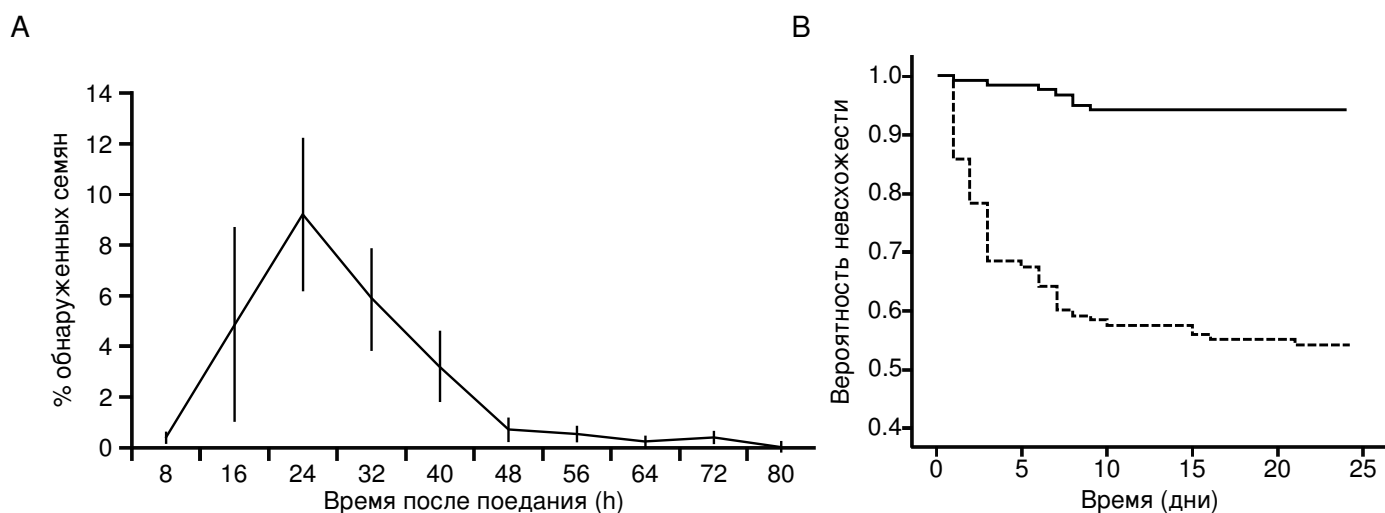


Рисунок Q 47. А: Процент семян мимозы, найденных в козьих фекалиях в зависимости от времени, прошедшего после их поедания. Козьи фекалии собирали каждые 8 часов в течение 80 часов после поедания корма. **В:** Вероятность того, что семена *Mimosa*, прошедшие через пищеварительный тракт (пунктирная линия), и контрольные семена (сплошная линия), не взойдут.

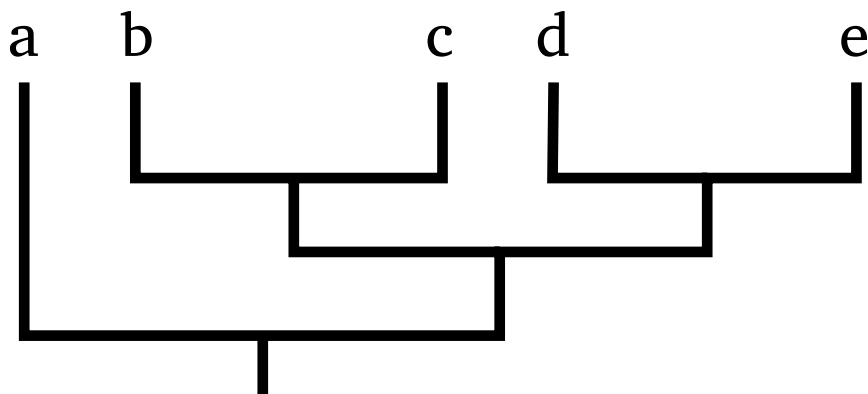
Укажите в **Листе ответов** для каждого из следующих утверждений, является оно верными или неверным.

- А.** Семена *Mimosa* могут выжить до 3 -х дней в пищеварительной системе козы.
- В.** Прохождение через пищеварительную систему козы уменьшает всхожесть семян.
- С.** Наибольшее количество семян, выделяется через 24 часа после приема пищи.
- Д.** Козы могут рассматриваться как естественные распространители семян *Mimosa* в природе.

БИОСИСТЕМАТИКА

Q.48

Изучите приведенную ниже кладограмму и для каждого утверждения отметьте Верно оно или Неверно.



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

- A.** Клада, включающая (d) и (e) является сестринской группой по отношению к таксону, состоящему из (a), (b) и (c).
- B.** Последний общий предок (b) и (c) произошел от последнего общего предка (c) и (d).
- C.** Таксон (b) филогенетически ближе к таксону (a) чем к таксону (e)
- D.** Эволюционная линия, ведущая к таксону (a) первой в ходе эволюции отделилась (дивергировала) от остальных эволюционных линий

Q.49

Большинство современных систематиков считают, что биологическая классификация должна отражать эволюционные связи между организмами, и что таксоны должны быть монофилетическими. Тем не менее, используемая сейчас классификация включает много полифилетических и парафилетических таксонов.

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

- A.** Полифилетические таксоны могут возникать в результате того, что неродственные таксоны имеют сходные признаки из-за конвергенции.
- B.** Парафилетические таксоны могут возникать в результате классификации, основанной на фенотипическом сходстве,
- C.** Некоторые таксоны, входящие в парафилетические группы, отличаются по скорости фенотипической эволюции от близкородственных таксонов, не включенных в данную группу.
- D.** Все имеющиеся молекулярные данные вместе взятые подтверждают, что голосеменные являются монофилетическим таксоном.

Q.50

Сравнение последовательностей ДНК или белков для определения филогенетических связей имеет свои преимущества и недостатки. Ошибочный выбор последовательностей для сравнения может привести к построению дерева, которое неправильно отражает реальные филогенетические связи. Поэтому этот подход нужно использовать с осторожностью.

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

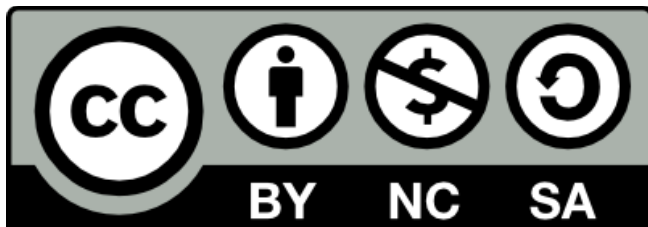
- A.** Аминокислотная последовательность цитохрома *c* очень хорошо подходит для выяснения эволюционных связей между близкородственными видами.
- B.** Сравнение частичных последовательностей многих генов лучше, чем сравнение полных последовательностей небольшого числа генов изучаемых организмов.
- C.** Частота нуклеотидных замен (рассчитанная на единицу времени) выше у организмов с коротким временем жизни по сравнению с организмами с длинным временем жизни.
- D.** Нейтральная теория молекулярной эволюции (теория нейтральных мутаций) предполагает, что все аминокислотные или нуклеотидные последовательности эволюционируют с одинаковой скоростью.

Конец теоретического тура A



International Biology Olympiad e.V.

All IBO examination questions are published under the following Creative Commons license:



CC BY-NC-SA (Attribution-NonCommercial-ShareAlike) -
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

The exam papers can be used freely for educational purposes as long as IBO is credited and new creations are licensed under identical terms. No commercial use is allowed.

27th International Biology Olympiad

July 17-23, 2016

Hanoi, Vietnam



Theoretical Test

PART A

Total points: 50

Duration: 3 hours

DEAR PARTICIPANTS,

Please write your **student code** in the given box.

Write down your answers using a pen in the **Answer Sheet**. Only answers given in the **Answer Sheet will be evaluated**.

Part A consists of 50 questions:

- Q1-Q10: Cell Biology
- Q11-Q17: Plant Anatomy and Physiology
- Q18-Q30: Animal Anatomy and Physiology
- Q31-Q32: Ethology
- Q33-Q42: Genetics and Evolution
- Q43-Q47: Ecology
- Q48-Q50: Biosystematics

For each True/False multiple choice question, indicate in the **Answer Sheet** if each of the four statements is True or False. **Mark “√” for True and False statements** in the **Answer Sheet**. If you need to change an answer, you should strikethrough the wrong answer and write in the new one.

Scoring for one question:

- If all four answers are correct, you will receive 1 point.
- If only three answers are correct, you will receive 0.6 point.
- If only two answers are correct, you will receive 0.2 point.
- If only one answer is correct, you will not receive any points (0).

You can use the ruler and the calculator provided.

Stop answering and put down your pen immediately when the bell rings at the end of the exam. Enclose the **Answer Sheet** and **Question Paper** in the provided envelope.

Good luck!!!

CELL BIOLOGY

Q.1

The activities of Wee1 kinase and Cdc25 phosphatase determine the state of phosphorylation of tyrosine 15 in the Cdk1 component of M-Cdk. When tyrosine 15 is phosphorylated, M-Cdk is inactive; when tyrosine 15 is not phosphorylated, M-Cdk is active (**Figure Q.1A**). The activities of Wee1 kinase and Cdc25 phosphatase are also controlled by phosphorylation.

The regulation of these activities can be studied in extracts of frog oocytes. In such extracts, Wee1 kinase is active and Cdc25 phosphatase is inactive. As a result, M-Cdk is inactive because its Cdk1 component is phosphorylated on tyrosine 15. M-Cdk in these extracts can be rapidly activated by addition of okadaic acid, which is a potent inhibitor of serine/threonine protein phosphatases. Using antibodies specific for Cdk1, Wee1 kinase, and Cdc25 phosphatase, it is possible to examine their phosphorylation states by changes in mobility upon gel electrophoresis (**Figure Q.1B**). Phosphorylated forms of these proteins generally migrate more slowly than their nonphosphorylated counterparts.

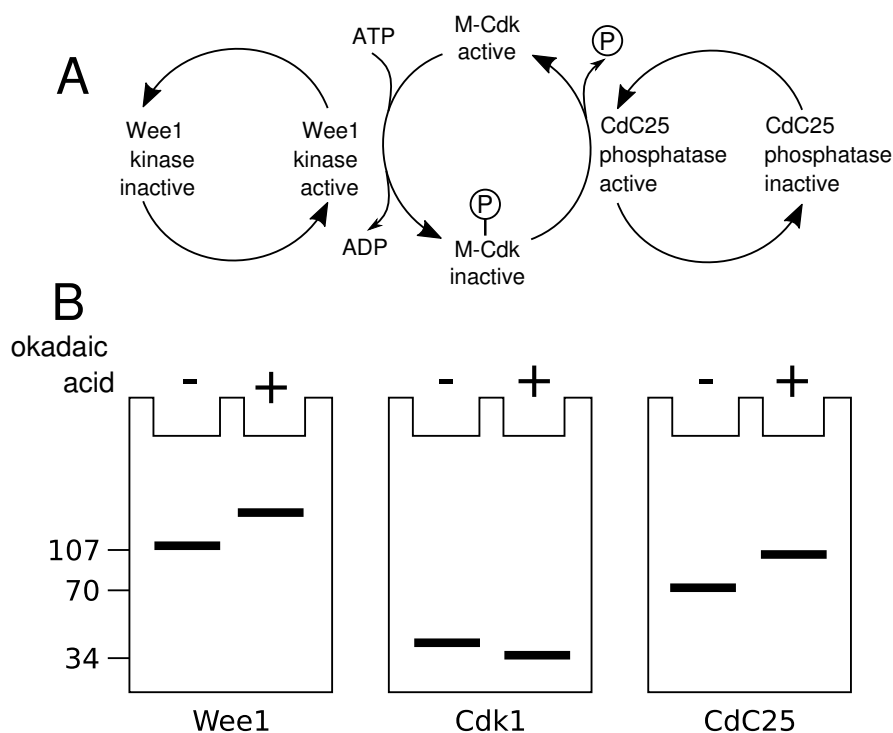


Fig.Q.1. (A) Control of M-Cdk activity by Wee1 kinase and Cdc25 phosphatase; (B) Effects of okadaic acid on the phosphorylation states of Cdk1, Wee1 kinase, and Cdc25 phosphatase

Indicate in the **Answer Sheet** if each of the following statements is True or False

- Wee1 kinase is active if it is phosphorylated.
- The phosphatases that control the phosphorylation of Wee1 kinase and Cdc25 phosphatase are specific for tyrosine side chains.
- Okadaic acid directly affects the activation of Cdk1.
- If M-Cdk is able to phosphorylate Wee1 kinase and Cdc25 phosphatase, a small amount of active M-Cdk would lead to its rapid and complete activation.

Q.2

Translational rate of a mRNA can be estimated from sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE). In this experiment, a tobacco mosaic virus (TMV) mRNA, which encodes a 116,000-dalton protein, was translated in a rabbit reticulocyte lysate in the presence of ^{35}S -methionine. The lysate contained all components of rabbit reticulocyte translational machinery. Samples were removed at 1-minute intervals and subjected to SDS-PAGE. The separated translation products were visualized by autoradiography. As can be seen in the figure below, the largest detectable polypeptides get larger with time, until the full-length protein appears at about 25 minutes.

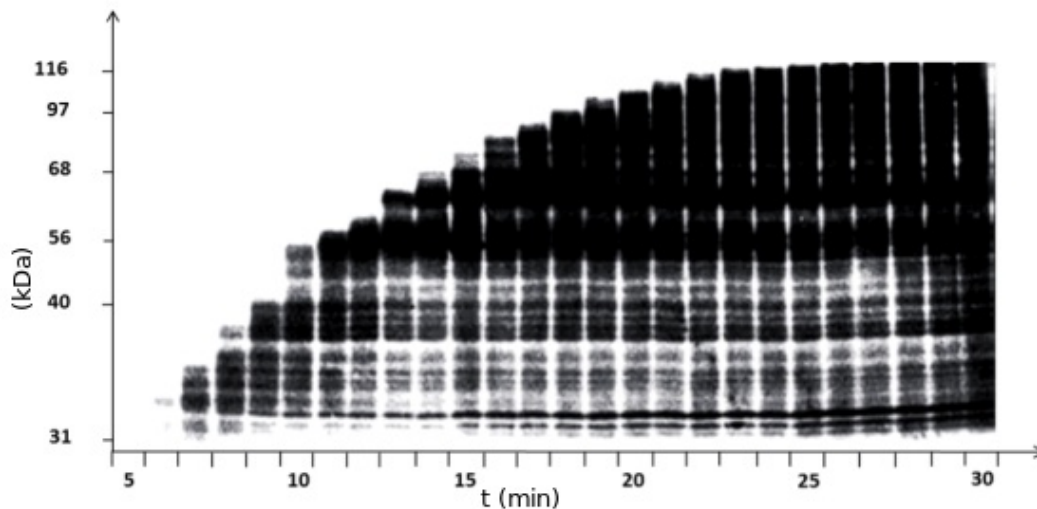


Fig.Q.2. Time course of synthesis of a TMV protein in a rabbit-reticulocyte lysate. Molecular weight (kDa) as a function of time t (min).

Indicate in the **Answer Sheet** if each of the following statements is True or False.

- A.** The rate of TMV protein synthesis is exponentially proportional to time.
- B.** With an average molecular mass of an amino acid of 110 daltons, the average rate of protein synthesis is approximately 35 to 40 amino acids per minute.
- C.** The rabbit reticulocyte lysate contains methionyl-tRNA synthetase
- D.** The mRNA may contain more than two rare codons in its sequence.

Q.3

Scientists have isolated three different strains of bacteria ProA^- , ProB^- , and ProC^- that require added proline for growth. One is cold-sensitive, one is heat-sensitive, and one has a gene deleted. Cross-feeding experiments were carried out by streaking the strains out on agar plates containing minimal medium supplemented with a very low level of proline. In cross-feeding experiments, metabolites leaking from one strain can feed a neighbouring strain. After growth at three temperatures, the results were shown in Figure Q.3.

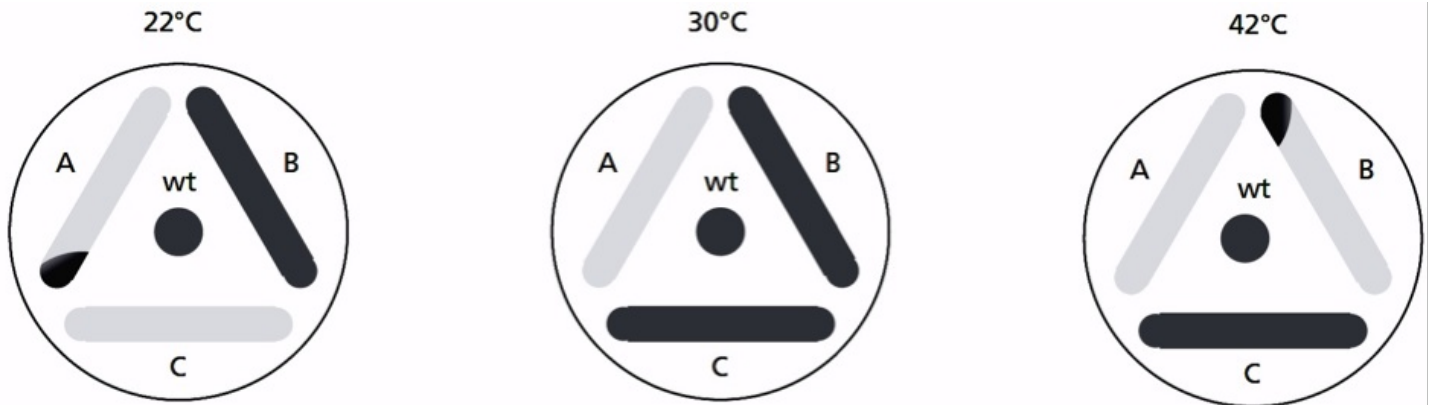


Fig.Q.3. Results of cross-feeding experiments with three strains defective in proline biosynthesis. Dark areas show high cell growth rate; grey areas show low cell growth rate; wt, wild type

Indicate in the Answer sheet if each of the following statements is True or False

- A.** The intermediate that accumulates in the ProC^- strain comes after the block in the ProA^- strain.
- B.** The intermediate that accumulates in the ProB^- strain comes after the block in the ProA^- strain
- C.** There are at least three different genes that affect proline biosynthesis.
- D.** Under at least one condition, the proline that is produced is rapidly used for protein synthesis and is prevented from being synthesized in excess of needs.

Q.4

When isolated mitochondria are suspended in a buffer containing ADP, Pi, and an oxidizable substrate, three easily measured processes occur: the substrate is oxidized; O₂ is consumed; and ATP is synthesized. Cyanide (CN⁻) is an inhibitor of the passage of electrons to O₂. Oligomycin inhibits ATP synthase by interacting with subunit F₀. 2,4-dinitrophenol (DNP) can diffuse readily across mitochondrial membranes and release a proton into the matrix, thus dissipating the proton gradient.

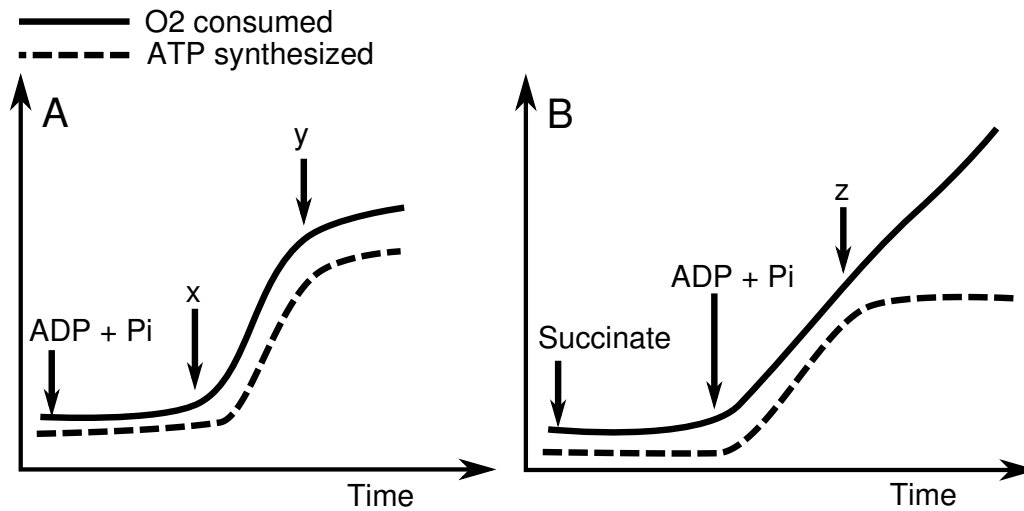


Fig.Q.4. Oxygen consumption and ATP synthesis in mitochondria. The solid lines indicate the amount of oxygen consumed and the dash lines indicate the amount of ATP synthesized

Indicate in the **Answer Sheet** if each of the following statements is True or False.

- A. x is the oxidizable substrate.
- B. y is either oligomycin or CN⁻.
- C. z is DNP.
- D. If z is a mixture of oligomycin and DNP, the ATP synthesis will not level off.

Q.5

Imagine you are studying a membrane protein represented in the diagram below. You prepared artificial vesicles containing this protein only in the membrane. The vesicles were then treated with a protease cleaving close to the membrane (2) or permeabilised before protease treatment (3). Resulting peptides were subsequently separated using SDS-PAGE (sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis).

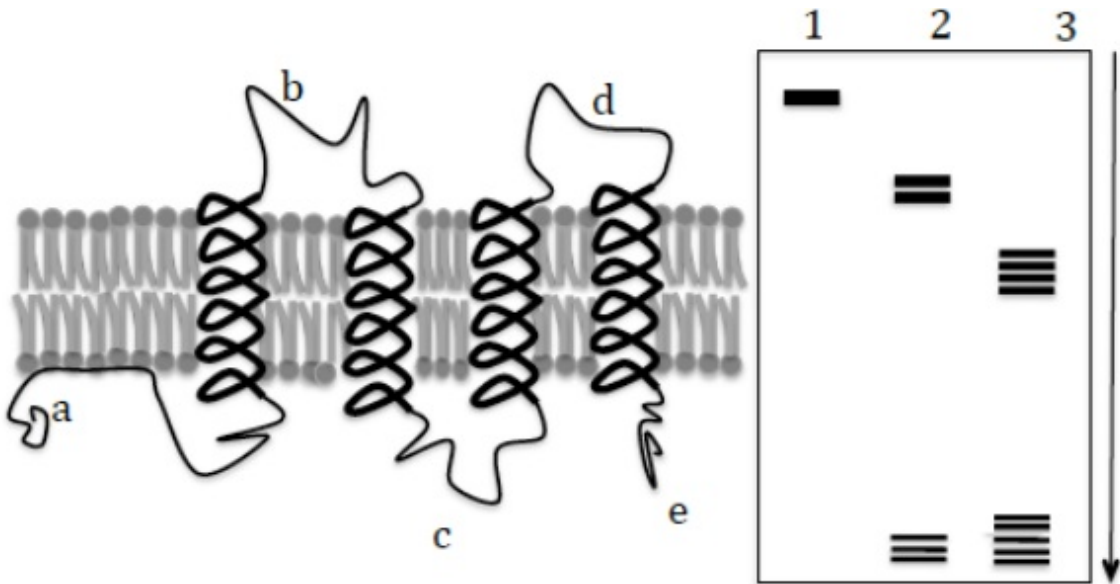


Fig.Q.5. Membrane protein (a, b, c, d, e: domains) and the SDS-PAGE gel (1. untreated control, 2. peptides after protease cleavage, 3. peptides after permeabilisation and protease cleavage. The arrow indicates the direction of migration).

Indicate in the **Answer Sheet** if each of the following statements is True or False.

- A.** The bigger fragments in lane 3 are hydrophilic.
- B.** The smaller fragments in lane 2 represent protein domains protruding outside the membrane.
- C.** Domain a is rich in leucine or isoleucine.
- D.** Domains a, c and e protrude into the lumen of vesicles.

Q.6

Ethanol inhibits microbial growth. Nevertheless, some strains of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* can adapt to high concentrations of ethanol. Many studies have documented the alteration of cellular lipid composition in response to ethanol exposure.

In this investigation, we systematically altered the fatty acid composition in *S. cerevisiae* by knocking out OLE1 gene coding for integral membrane desaturase, responsible for the formation of monosaturated palmitoleic acid (Δ^9 -C_{16:1}) and oleic acid (Δ^9 -C_{18:1}). The knockout strain was then: (1) reconstituted with OLE1 gene by transformation with YEpOLE1 plasmid; (2) transformed with YEp- Δ^9 H_z, YEp- Δ^9 T_n, YEp- Δ^{11} H_z or YEp- Δ^{11} T_n plasmid containing Δ^9 or Δ^{11} desaturases of two lepidopteran insect (moths) *Helicoverpa zea* (H_z) or *Trichoplusia ni* (T_n). Fatty acid component and growth curves of each transformant were investigated and shown in table and figure below:

Table Q.6. Composition of major fatty acids in % of *S. cerevisiae* transformants at mid-log phase.

Transformant	<i>C</i> _{16:0}	<i>C</i> _{18:0}	<i>C</i> _{16:1}	<i>C</i> _{18:1}
	<u>Saturated</u>	<u>Saturated</u>	<u>Monounsaturated</u>	<u>Monounsaturated</u>
OLE1	45.5 ± 2.2	4.7 ± 2.4	34.9 ± 0.8	14.9 ± 1.0
Δ^9 H _z	45.5 ± 5.5	7.9 ± 2.2	31.7 ± 5.6	11.0 ± 2.0
Δ^9 T _n	46.9 ± 4.0	8.6 ± 3.9	12.8 ± 1.9	31.7 ± 5.8
Δ^{11} H _z	45.6 ± 3.6	11.9 ± 2.8	42.6 ± 6.3	0
Δ^{11} T _n	49.7 ± 4.8	12.5 ± 0.1	41.8 ± 11.8	11.2 ± 1.5

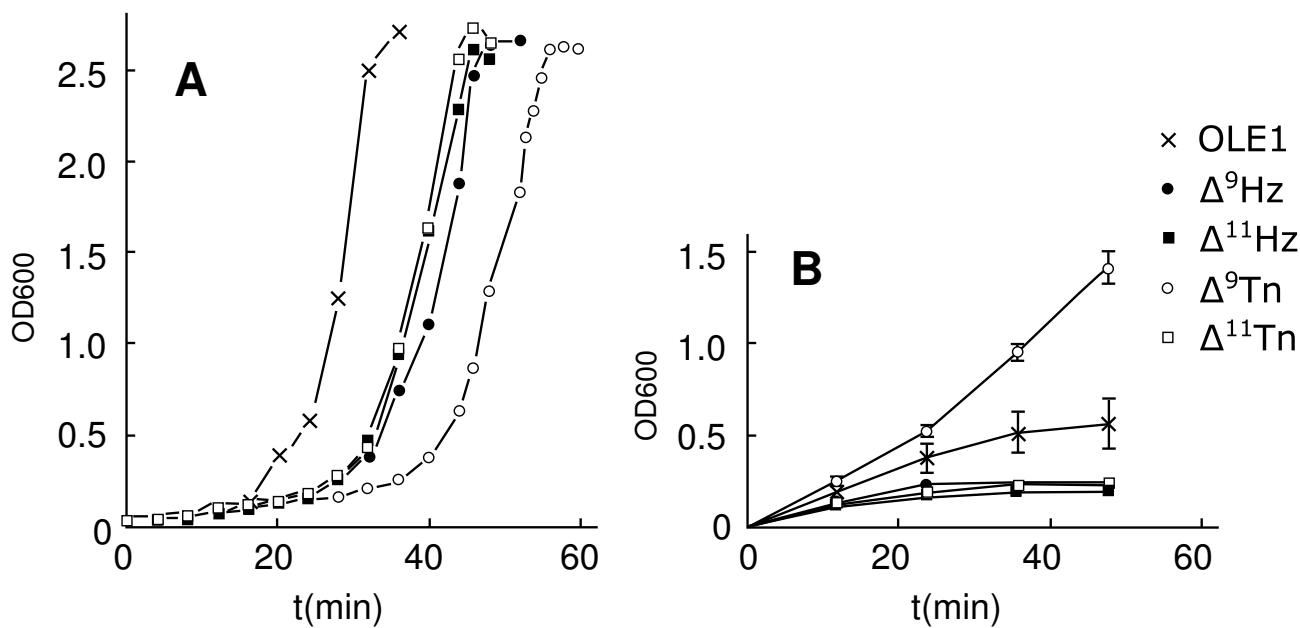


Fig.Q6. Growth curves of *S. cerevisiae* strains transformed with plasmid containing OLE1 (x), Δ^9 H_z (●), Δ^{11} H_z (■), Δ^9 T_n (○) and Δ^{11} T_n (□) in YPD medium (A) and in YPD medium containing 5% ethanol (B)

Indicate in the **Answer Sheet** if each of the following statements is True or False.

- A.** The lag phase of transformant *OLE1* in YPD medium is shorter than those of Δ^9Hz , Δ^9Tn , $\Delta^{11}Hz$ and $\Delta^{11}Tn$ due to the presence of native desaturase in yeast cells.
- B.** Desaturases are equally active in all transformants.
- C.** The content of mono-unsaturated fatty acids is a good indicator of the ethanol tolerance in *S. cerevisiae*.
- D.** Higher ratio of $\Delta^9\text{-C}_{18:1}$ to $\Delta^9\text{-C}_{16:1}$ causes higher ethanol tolerance in *S. cerevisiae*.

Q.7

Poly(3-hydroxybutyrate) (PHB) is a bacterial storage material which is accumulated by various bacteria, usually when grown under limitation of a nutrient such as oxygen, nitrogen, phosphate, sulphur, or magnesium and in the presence of excess carbon. Fig. Q7 shows the PHB synthesis pathway of *Ralstonia eutropha* from acetyl-CoA, which is regulated by feedback inhibition. In addition, acetyl-CoA can enter the citric acid cycle.

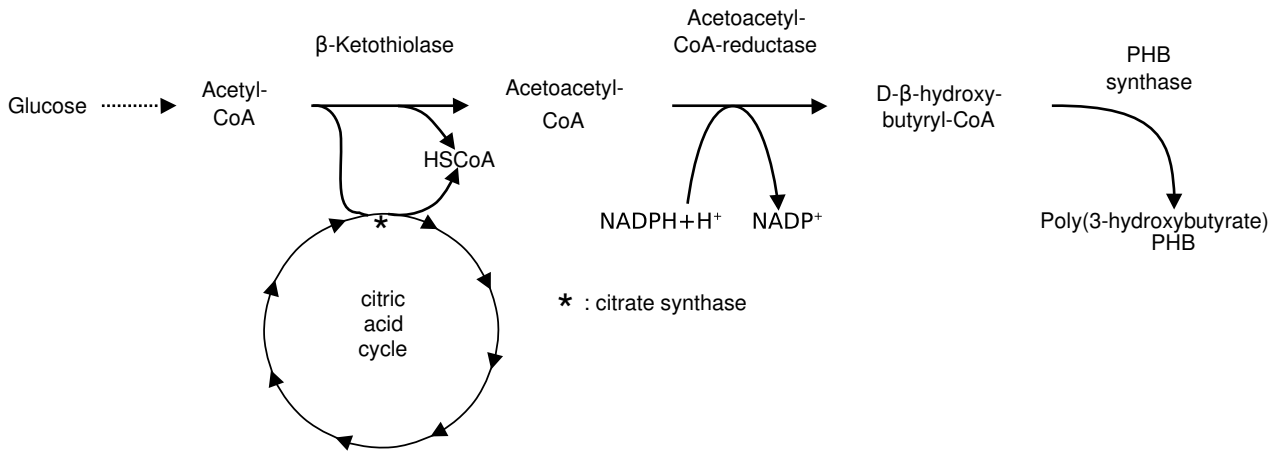


Fig. Q7. PHB synthesis pathway

Indicate in the **Answer Sheet** if each of the following statements is True or False

- A. The increase in activity of citrate synthase will reduce the production of PHB.
- B. When the intracellular concentration of HSCoA is high, the rate of PHB synthesis will increase.
- C. When the rate of PHB synthesis increases, the growth rate of *Ralstonia eutropha* cells will also increase.
- D. PHB synthesis is stimulated by low ratios of (NADPH+H⁺)/NADP.

Q.8

A scientist has isolated five different peptides (1 to 5) containing five amino acids (named A, B, C, D, E). He determined the mass and the sequence of each peptide. The data which he obtained is shown on the table below

Peptide	Amino Acids Sequence	Mass (Da)
1	BCDACCDEDCB	966
2	ABBCAEEDECB	1099
3	BACDAEAEECA	1357
4	CACADBACAEB	1279
5	EDDCABBCCEE	1014

The mass of individual amino acids are shown in the table below

Amino acids	Mass (Da)	Amino acids	Mass (Da)
Alanine	89	Leucine	131
Arginine	174	Lysine	146
Asparagine	132	Methionine	149
Aspartic Acid	133	Phenylalanine	165
Cysteine	121	Proline	115
Glutamic Acid	147	Serine	105
Glutamine	146	Threonine	119
Glycine	75	Tryptophan	204
Histidine	155	Tyrosine	181
Isoleucine	131	Valine	117

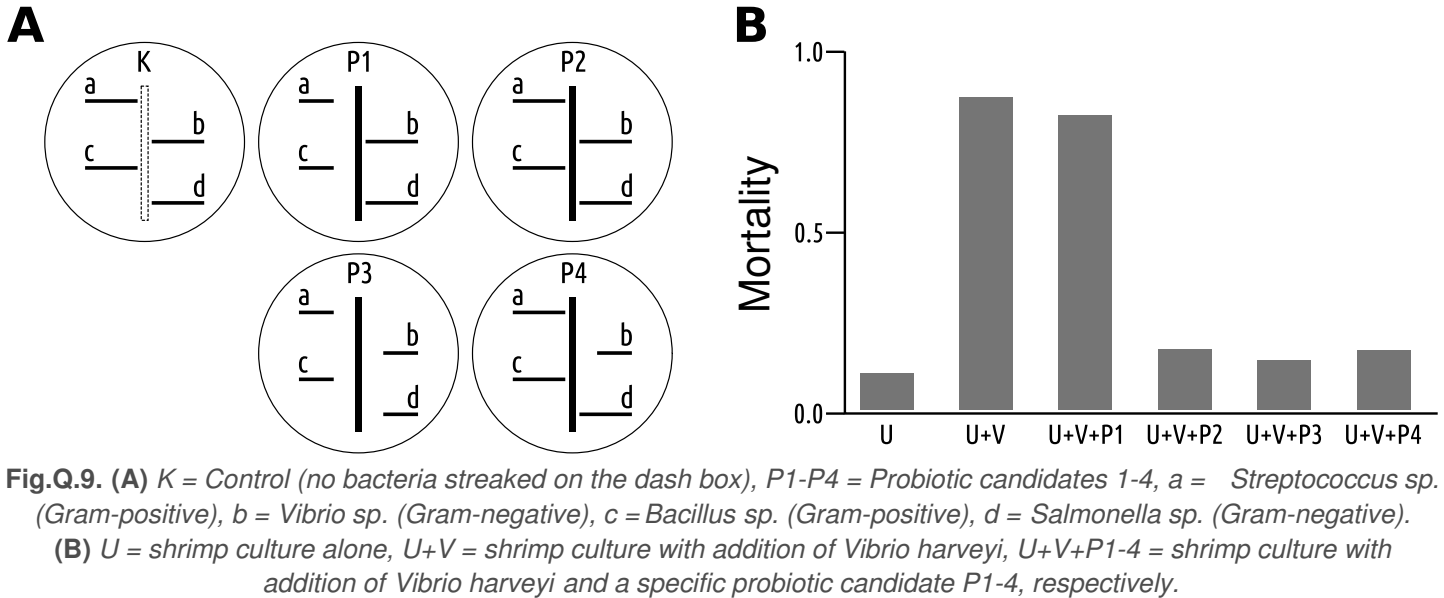
Note: The mass of a water molecule is 18 Da.

Indicate if each of the following statements is True or False.

- A.** Amino acid named C is serine
- B.** Amino acid named A is tyrosine
- C.** Amino acid named E is cysteine
- D.** Amino acid named B is glycine

Q.9

Four different bacterial strains were isolated from the gut of a shrimp to study their probiotic potency through the decrease of their pathogenicity of *Vibrio harveyi*, a common bacteria infecting shrimp culture. In the first experiment, the four isolated bacteria were inoculated in cross-streak plates to observe inhibition zones against 4 bacterial strains (**Fig.9A**). In the second experiment, the shrimp survival rate in presence of *Vibrio harveyi* and each bacterial isolate after 5 days of incubation was measured (**Fig.9B**).



Indicate in the **Answer Sheet** if each of the following statements is True or False

- Candidate No.1 (P1) produced an antimicrobial compound that inhibited Gram negative and Gram positive bacteria.
- Candidate No.2 (P2) was able to decrease *Vibrio* sp. pathogenicity without killing them.
- Candidate No.3 (P3) produced an antimicrobial compound targeting the outer membrane.
- Candidate No.4 (P4) had good effect on the shrimp survival by inhibiting Gram-negative bacteria.

Q.10

An experiment was set up to observe cell cycle length of a strain of yeast. Activated yeast cells were subcultured into a new medium with an initial concentration of 10^6 cells/mL. After 40 h, the number of cells increased to 4×10^6 cells/mL. A portion of the culture was taken for a separate experiment. In this experiment, cells were incubated for 15 min into a media containing radioactive thymidine before washing and re-grown on a new media containing non-radioactive thymidine. Cell samples were then taken periodically to measure the percentage of mitotic cells containing radioactive thymidine. **Fig.Q.10** shows the result obtained from the experiment. At each sampling, about 1% of the total cells sampled were undergoing mitosis.

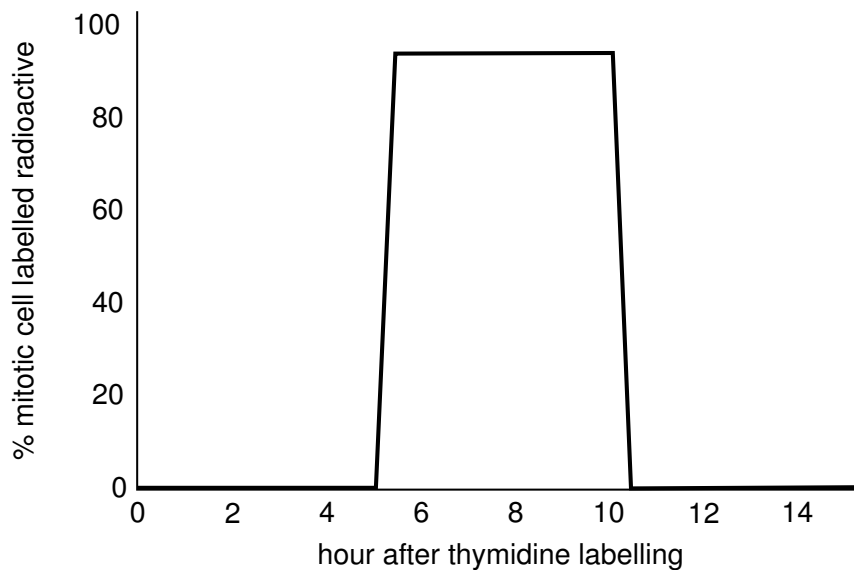


Fig.Q.10. Fraction of mitotic cells that were labeled radioactively during the cell culture experiment.

Indicate in the **Answer Sheet** if each of the following statements is True or False

- A.** The synthesis rate of histone proteins is relatively high between 6 and 10 hours after radioactive labeled thymidine exposure.
- B.** S phase of the cell cycle takes about 5 hours.
- C.** M phase of the cell cycle takes longer than 1 hour.
- D.** Most of the radioactive thymidine is assimilated in the S phase of the cell cycle.

PLANT ANATOMY AND PHYSIOLOGY

Q.11

Cell walls provide plant cells with a substantial degree of volume homeostasis relative to the large changes in water potential that they experience as the everyday consequence of the transpirational water loss. Cell water potential (Ψ_w) of a plant cell is composed of solute potential (Ψ_s) and turgor pressure potential (Ψ_p). Relative cell volume is correlated with cell water potential and its components as described in the Fig.Q11.

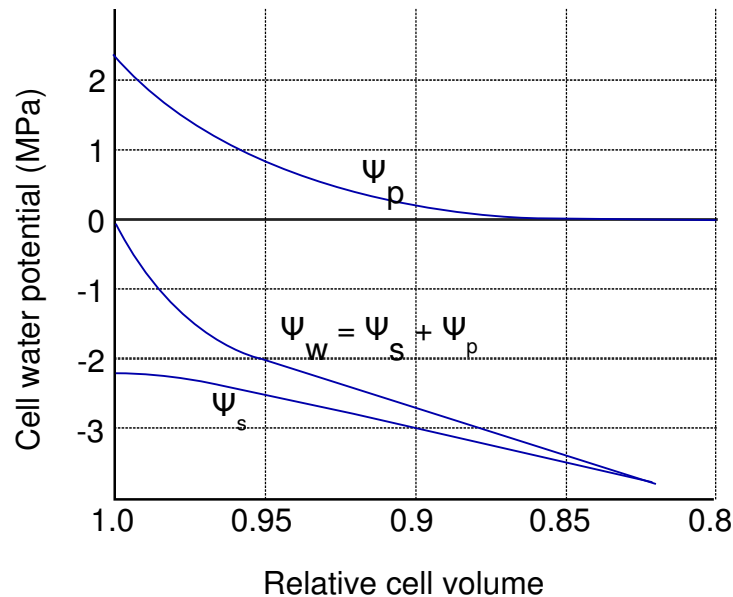


Fig.Q11

Indicate in the **Answer sheet** if each of the following statements is True or False.

- A.** Alterations of plant cell water potential are generally accompanied by a large change in turgor pressure and in cell volume.
- B.** Disappearance of turgor pressure indicates the ending point of cell plasmolysis with reduction of approximately by 15% cell volume.
- C.** As the cell volume decreases by 10%, most of the change in cell water potential is caused by the drop in cell solute potential together with little change in turgor pressure.
- D.** During cell rehydration, cell volume expansion stops when cell wall generates pressure equivalent to turgor pressure and the cell water potential reaches zero.

Q.12

An experiment was carried out on sorghum (*Sorghum bicolor*) and soybean (*Glycine max*) plants in response to low temperature. Plants were grown at 25°C for several weeks and then at 10°C for three days, while day length and light intensity and ambient carbon dioxide concentration were kept constant throughout the experiment unless stated otherwise. The net photosynthesis of both plant species at 25°C are shown in Fig.Q12 below.

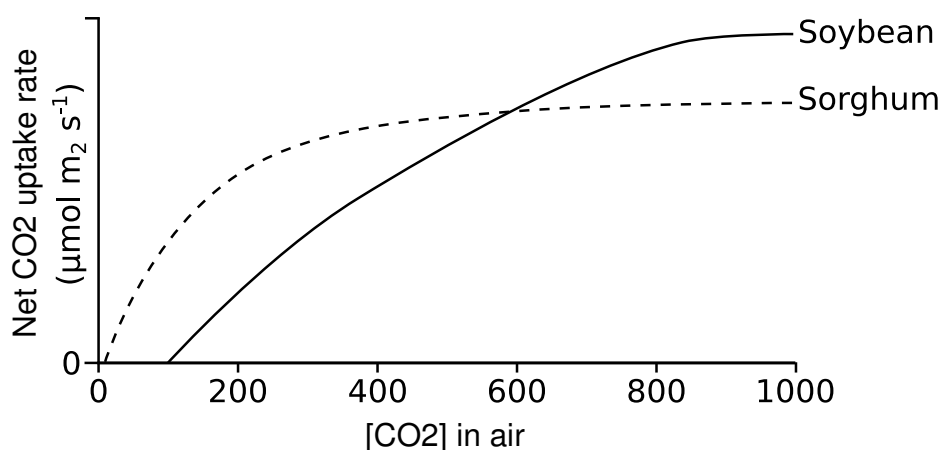


Fig.Q.12

Carbon dioxide uptake per leaf dry mass (mg CO₂ g⁻¹)

Days	before	1	2	3	4-10
Temperature	25°C	10°C	10°C	10°C	25°C
Sorghum	48.2	5.5	2.9	1.2	1.5
Soybean	23.2	5.2	3.1	1.6	6.4

Indicate in the **Answer sheet** if each of the following statements is True or False.

- If put at 35°C, photosynthesis rate of soybean would decrease and that of sorghum would not change.
- In cool condition, the biomass of sorghum increases faster than that of soybean.
- Soybean plants are likely to have smaller photosynthetic water use efficiency than sorghum.
- The reduction of the carbon dioxide uptake in sorghum is mainly due to the decrease of enzyme activity in low temperature.

Q.13

The bacterium *Bradyrhizobium japonicum* can infect soybean (*Glycine max*) roots and form nodules. The nitrogen fixation catalyzed by nitrogenase occurs in the nodules and the nitrogenase activity can be measured easily by acetylene reduction instead of nitrogen reduction. Scientists generated a defective mutation of NAD⁺-dependent malic enzyme (*dme* mutant), the enzyme that generates pyruvate and NADH, and infected soybean seedling roots with wildtype and mutant bacteria. The seedlings were grown in nitrogen-free media. After 14 and 28 days of inoculation, the number and weight of nodules in the seedlings and acetylene reduction activity were recorded.

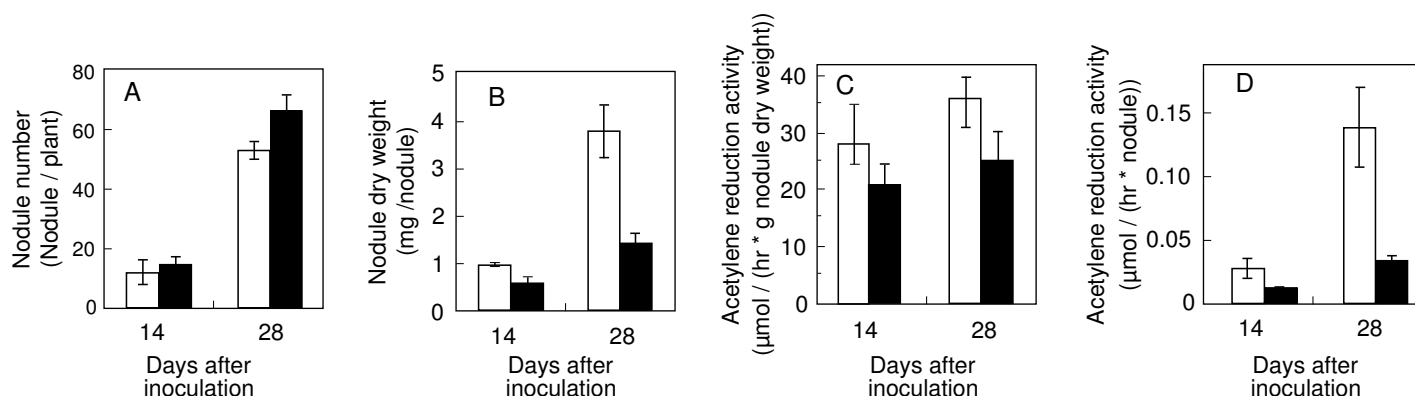


Fig.Q13. Nodule number and dry weight and acetylene reduction activity of soybean. Soybean nodules infected with wild-type *B. japonicum* (open bars) and the *dme* mutant (solid bars) are presented.

Indicate in the **Answer sheet** if each of the following statements is True or False.

- A.** Nitrogen fixation activity in nodules of the same treatment at 28 days after inoculation is higher than that at 14 days after inoculation.
- B.** Both number and size of nodules increase with time from 14 to 28 days after inoculation with *B. japonicum*.
- C.** The reduction in nitrogen-fixing activity of nodules infected by the mutant at 28 days after inoculation compared to those at 14 days after inoculation is due to the reduction of nitrogenase activity and nodule formation.
- D.** Nitrogen fixation in *B. japonicum* -induced nodule is down-regulated by NAD⁺-dependent malic enzyme.

Q.14

Sucrose is produced in leaves and translocated short and long distance through veins to non-photosynthetic organs such as roots, stems, flowers and fruits. Two principal pathways include symplastic and apoplastic by which sucrose molecules are transported in phloems of leaves as shown in Fig.Q14.

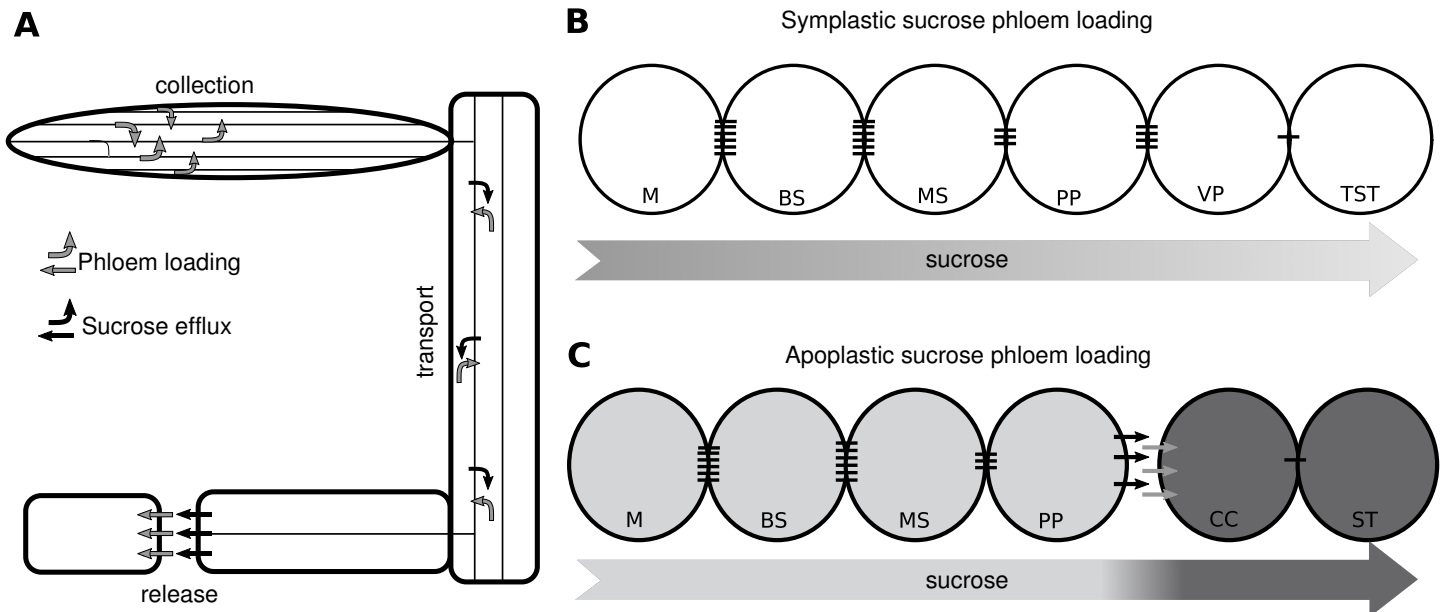


Fig.Q14. Diagram of the whole plant phloem network. M - Mesophyll, BS - Bundle sheath, MS - Mestome sheath, PP - Phloem parenchyma, VP - Vascular parenchyma, CC - Companion cell, TST - Thick walled sieve element, ST - Sieve element.

Indicate in the **Answer sheet** if each of the following statements is True or False.

- Sucrose is synthesized in leaves and transported long distance through phloem to sinks under hydrostatic pressure gradient.
- Loading sucrose in apoplastic pathway requires energy in several steps due to the movement across secondary wall of living cells.
- In the symplastic pathway, sucrose molecules are passively loaded through plasmodesmata.
- Unloading sucrose molecules at the sinks requires no energy release because of movement down a gradient concentration of sucrose.

Q.15

Scientists measured length and height of rhizophores of mangrove plant (*Rhizophora mangle*, Fig.Q15A). They also made cross sections of rhizophores and observed their anatomical characteristics. The results are shown in Q15B and Q15C.

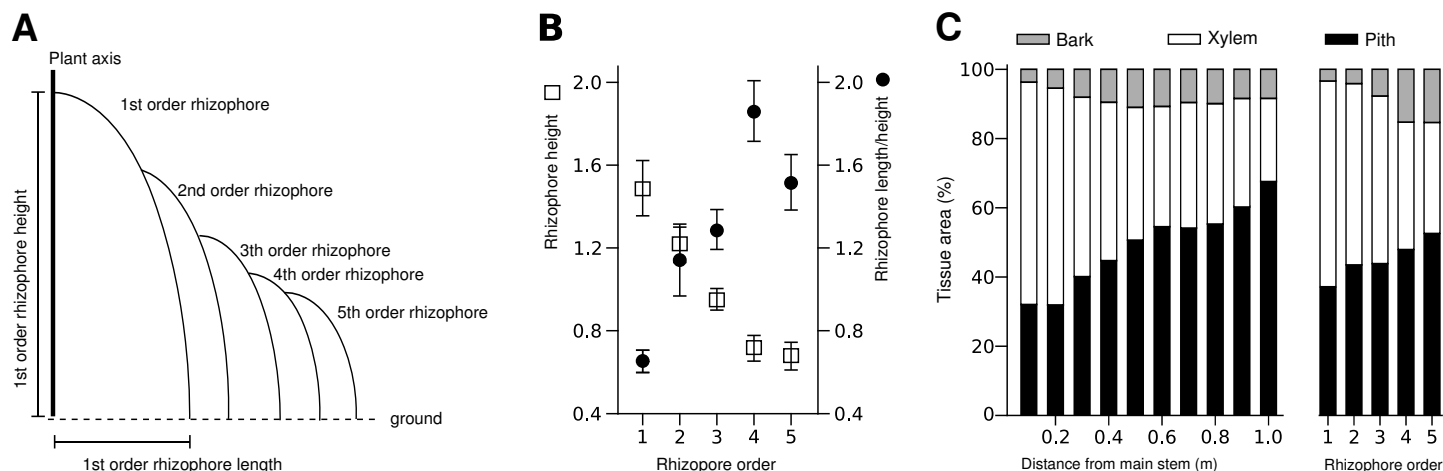


Fig.Q15. Rhizophores of *Rhizophora mangle* plants. **A:** Rhizophore height and length measurement. **B:** Change in height (empty square) and in length/height proportion (full circle) in five sequential orders of rhizophores. **C:** Relative proportions of bark (including aerenchyma), xylem and pith along the length of individual first-order rhizophores (left), and at the base of rhizophores of sequential orders (right).

Indicate in the **Answer sheet** if each of the following statements is True or False.

- There are monotonic decreases in rhizophore height and the length/height proportion in the rhizophores as a function of the rhizophore order.
- Within first-order rhizophores, the xylem proportion in the cross-section is larger when closer to the main stem, and decreases progressively as the rhizophore approached the ground while increasing the proportion of bark and pith.
- When rhizophore order changes from 1 to 5, bark and pith proportion decreases, while xylem proportion increases.
- The supportive function is likely enhanced in the first-order rhizophores, with lower length/height proportion, and higher proportion of xylem compared with bark and pith.

Q.16

Arsenic (As) in the soil has become an environmental concern worldwide because it is difficult to remediate and can adversely impact human health. The fern, *Athyrium yokoscense* is well known as a Cd hyperaccumulator as well as a Cu, Pb and Zn tolerant plant. However, no information is available on As accumulation by *A. yokoscense*, although it often grows in soils containing high levels of several heavy metals and As. To understand As accumulation in *A. yokoscense*, a student conducted an experiment in which young ferns collected from a mining area were grown in media containing As-spiked paddy soils or mine soil in a greenhouse for 21 weeks. Before transplanting fern biomass was $0.26 \pm 0.08 \text{ g plant}^{-1} \text{ DW}$ and As concentrations of young and old fronds were 7.8 ± 0.3 and $57.7 \pm 2.2 \text{ mg kg}^{-1}$, respectively.

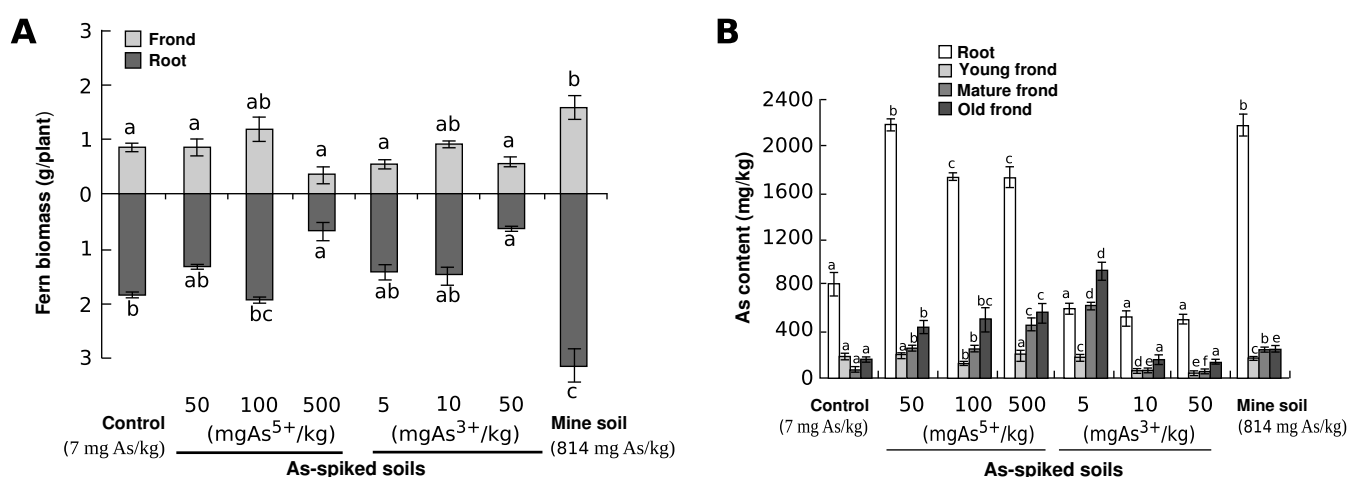


Fig.Q16. A: Dry biomass of *A. yokoscense* after 21 weeks of cultivation in a greenhouse. **B:** Arsenic concentration in different parts of *A. yokoscense* cultivated in As- spiked soils and mine soils.

Tukey's test, a multiple comparison procedure and statistical test was used. The statistical significance of the difference between treatments for a given organ, are shown using the letter a – f above the bar. The same letter means there is no statistical difference for that organ.

Indicate in the **Answer sheet** if each of the following statements is True or False.

- Moderate As levels in soils promote the growth of ferns.
- Concentration of As in root grown in arsenite-spiked media (As³⁺) is lower than those in arsenate treatment (As⁵⁺), resulting in the increase of total biomass.
- Arsenic concentration increases from young to old fronds and is positively correlated to As levels in the soil
- The transfer of As from root to frond of *A. yokoscense* in mine soil over time is similar to that in arsenate-spiked soil.

Q.17

To study the effect of phytohormone on fruit maturation, researchers used abscisic acid (ABA) and ethephon to treat of sweet cherry fruits and afterward to evaluate the expression of *PacNCED1* gene which encodes 9-cis-epoxycarotenoid dioxygenase, a key enzyme in ABA biosynthesis. They also checked the expression of *PacACO1* gene encoding 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase enzyme that involves in ethylene biosynthesis. The transcript of *PacACT1* (one b-actin cDNA fragment was cloned and designated as *PacACT1*) was used to standardize for all expression (Fig.Q17-D).

Treatment	Firmness of pulp	Soluble solids content/ titratable acidity	Anthocyanin(U.g ⁻¹)
Control	20.3a	14.4a	13.4a
Ethephon	19.6a	15.3a	14.4a
ABA	11.9b	16.8b	23.8b

(a and b show values that are significantly different).

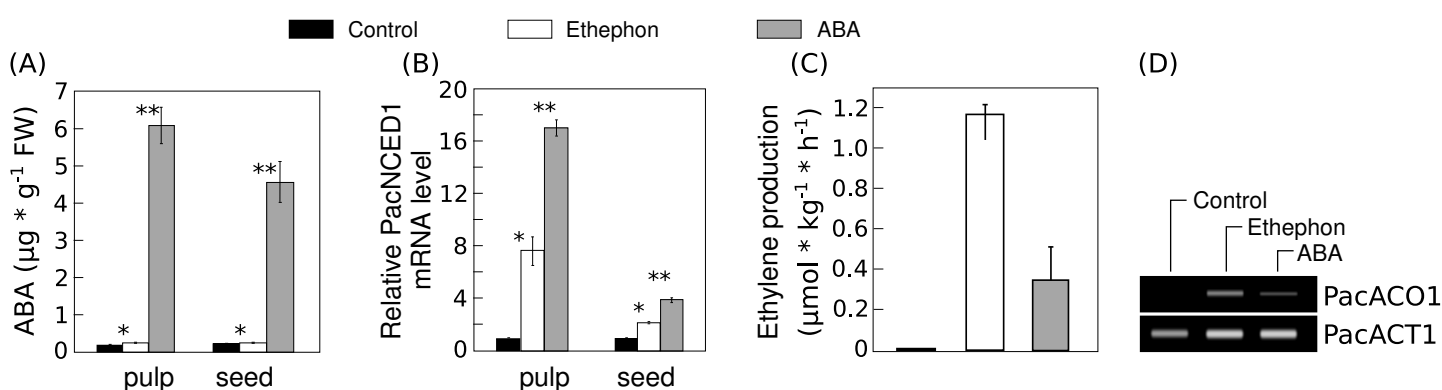


Fig. Q17. Effects of ABA and ethephon application on ABA content (A), accumulation of *PacNCED1* (B), ethylene production during ripening (C) and *PacACO1*(D). * and ** indicate significant differences compared to control.

Indicate in the **Answer sheet** if each of the following statements is True or False.

- Both ABA and Ethephon stimulate the expression of *PacACO1* and *PacNCED1* genes in sweet cherry fruit.
- The expression of *PacNCED1* and ABA accumulation in pulp are higher than in the seed in the treatments of ABA
- ABA induces the maturation of sweet cherry fruit via stimulation of ethylene production.
- Ethephon shows lower effect on anthocyanin and endogenous ABA production than exogenous ABA does.

ANIMAL ANATOMY AND PHYSIOLOGY

Q.18

A 55-year-old man has a resting cardiac output of 7000 mL/minute. His arterial pressure is 125/85 mmHg. His heart rate is 100 beats/min and his body temperature is normal. Figure Q.18 represents the changes in left ventricular pressure and blood volume during a cardiac cycle.

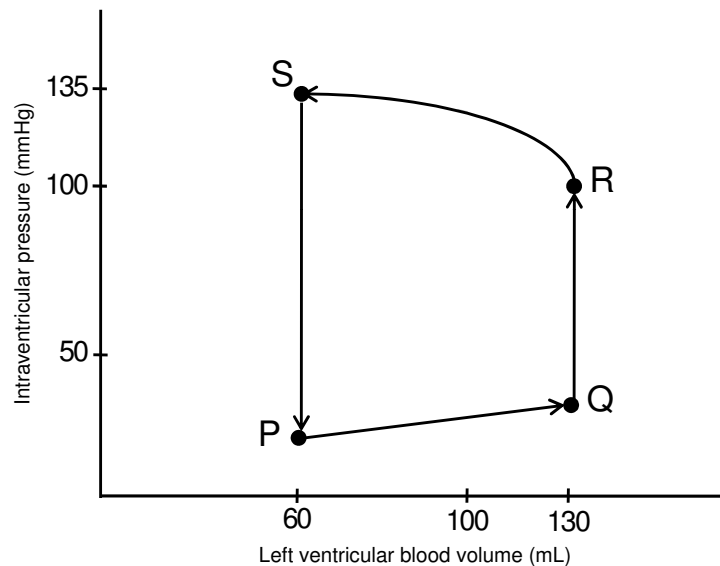


Figure Q.18.

Indicate in the Answer sheet if each of the following statements is True or False.

- A.** At Q, the left atrioventricular valve is opened.
- B.** Ventricular ejection ends at S.
- C.** The distance from S to P should be longer if there is a narrowing of the aortic valve.
- D.** In period R-S, blood does not flow into both atria and ventricles.

Q.19

Cardiac output (CO) is the volume of blood pumped by the heart in one minute. Cardiac output is affected by the stroke volume (SV) and the heart rate (HR). Cardiac output can be measured indirectly using the Fick's equation: $CO = Q/(A-V)$, where Q is the rate of oxygen consumption (mL/min), A-V is the difference between oxygen concentration in the oxygenated blood (A) and in the deoxygenated blood (V). The data below were measured from a healthy person before and during physical exercise.

Parameters	Before Exercise	During Exercise
Rate of oxygen consumption (Q)	250 mL/min	1500 mL/min
Oxygen difference (A-V)	50 mL/L blood	150 mL/L blood
Heart rate (HR)	60 beats/min	120 beats/min

Indicate in the Answer sheet if each of the following statements is True or False.

- A. Cardiac output increased by two-fold during exercise.
- B. Stroke volume during exercise was higher than that before exercise.
- C. Physical exercise caused a reduction in hemoglobin's binding for oxygen in tissues, resulting in a three-fold increase in the amount of oxygen released to tissues.
- D. The number of heart beats required to supply a tissue with 3000 mL of oxygen during exercise is 240.

Q.20

Figure Q.20 shows the models of four types of common human congenital heart defects.

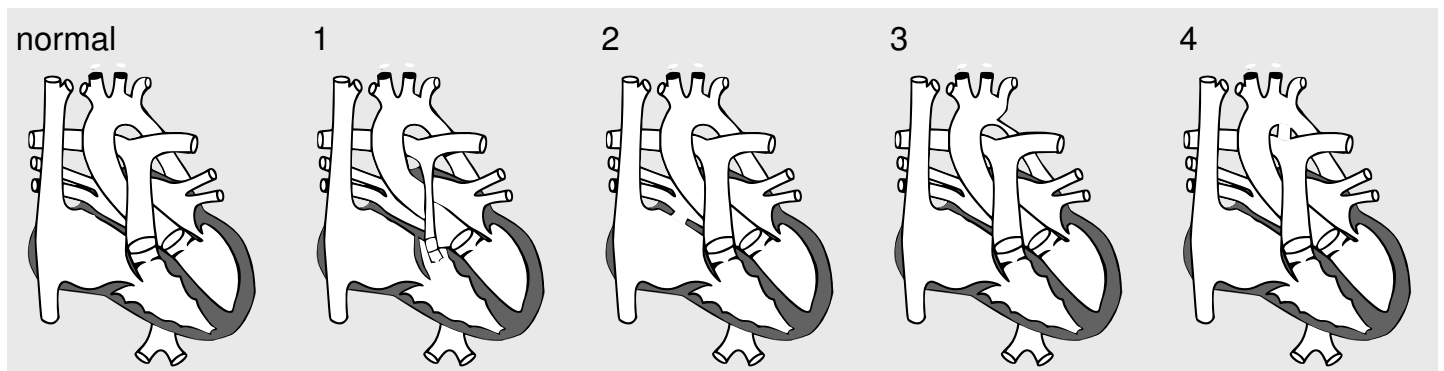


Figure Q.20.

Indicate in the Answer sheet if each of the following statements is True or False.

- A.** In type 1, the blood volume going to the lungs is lower than normal.
- B.** In type 2, the stroke volume of the left ventricle is increased.
- C.** In type 3, the systolic blood pressure at the arms is higher than that in the normal type.
- D.** In type 4, the pulmonary blood pressure is increased.

Q.21

Figure Q.21 shows how lung ventilation is affected by physical activity. As the intensity of exercise increases, humans respond to the increased need for gas exchange in two ways: increase in ventilation rate and increase in tidal volume. The experimental data for a well-trained runner on a treadmill are shown in Figure Q.21.

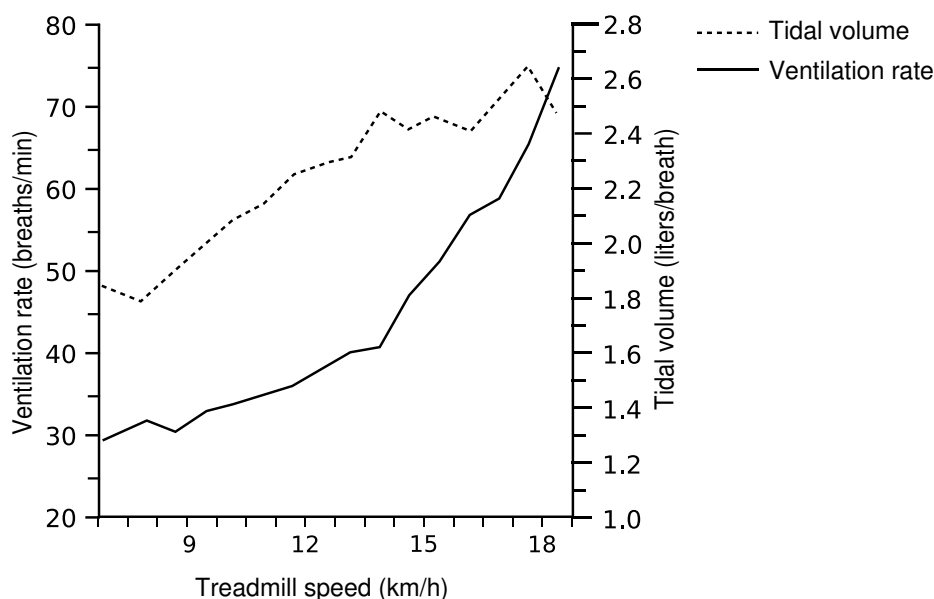


Figure Q.21

Indicate in the Answer sheet if each of the following statements is True or False.

- A.** The increase in ventilation rate is faster than the increase in tidal volume when the treadmill speed increases from 9 km/h to 12 km/h.
- B.** In intense physical exercise (> 15 km/h treadmill speed), the increase in the ventilatory minute volume is mainly caused by increased ventilation rate.
- C.** At the treadmill speed of 15 km/h, the ventilatory volume per minute is approximately 120 L.
- D.** In an adult human, a tidal volume of 0.2 L and ventilation rate of 30 breaths per minute can provide equally effective gas exchange as a tidal volume of 0.6 L and a ventilation rate of 10 breaths per minute.

Q.22

In an experiment, a researcher isolated a neuron and placed it in the standard Ringer solution (isotonic physiological solution). He measured the resting membrane potential of the axon, then stimulated the axon and measured its action potential (Record A, Figure Q.22). Subsequently, he repeated the experiment several times, each with a different modified Ringer solution. Figure Q.22 shows some of the results (Records B to E).

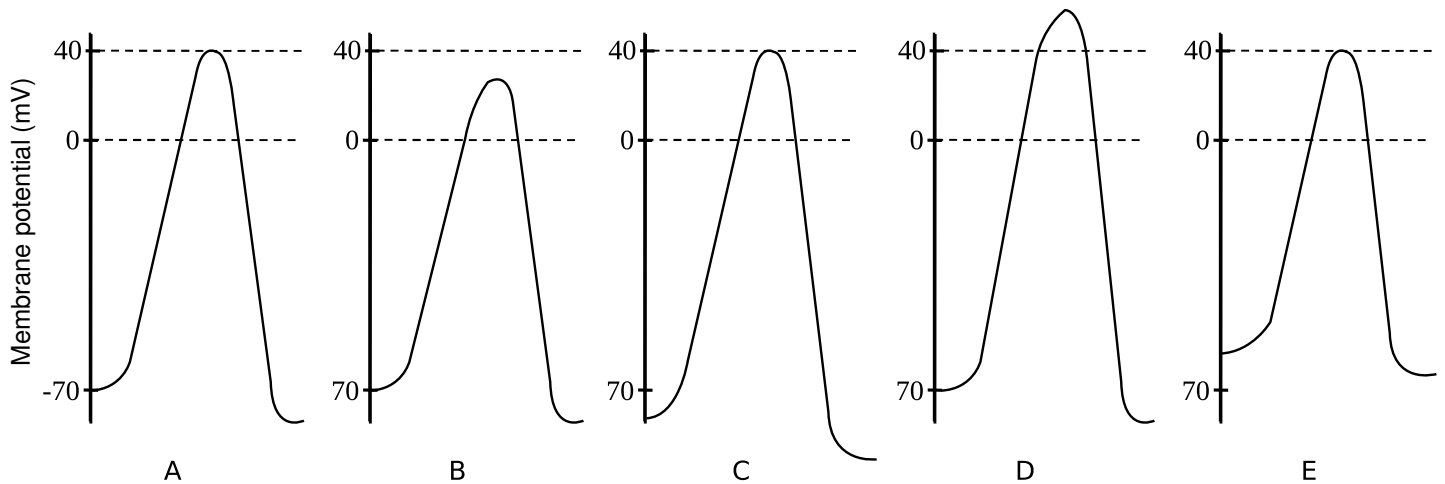


Figure Q.22.

Indicate in the Answer sheet if each of the following statements is True or False.

- A.** If the modified Ringer solution contained a lower concentration of Na^+ than the standard Ringer solution, the action potential is Record B.
- B.** If the modified Ringer solution contained a lower concentration of K^+ than the standard Ringer solution, the action potential is Record C.
- C.** If the modified Ringer solution contained a substance that increased membrane permeability to K^+ , the action potential is Record D.
- D.** If the modified Ringer solution contained a substance that increased membrane permeability to Cl^- , the action potential is Record E.

Q.23

A group of researchers conducted an experiment to study the effects of phlorizin on some physiological indices in blood and urine of normal mice and diabetic mice. Phlorizin is an inhibitor of SGLT2 which is the channel of glucose reabsorption in the kidney. Assume expression of SGLT2 gene is positively correlated with urine glucose level and blood glucose also correlates positively with blood pressure.

Mice were divided into four groups:

Group 1: Normal mice were injected with phlorizin

Group 2: Mice with severe type 2 diabetes induced by streptozotocin injection

Group 3: Streptozotocin induced-type 2 diabetic mice were injected with phlorizin

Group 4: Normal mice as controls

After the four-week experiment, physiological indicators of blood, urine and renal SGLT2 expression of the mice were measured.

Indicate in the Answer sheet if each of the following statements is True or False.

- A.** The blood pressure of Group 3 mice was lower than that of Group 2 mice.
- B.** The SGLT2 gene expression levels in the kidneys of Group 2 mice were lower than those of Group 4 mice.
- C.** The volume of urine of Group 1 mice was higher than that of Group 4 mice.
- D.** The quantity of SGLT2 molecules in the kidney medulla is higher than that in the kidney cortex.

Q.24

Polycystic ovarian syndrome (PCOS) is a common disorder of women characterized by increased levels of testosterone and by chronic failure in ovulation. The ovary can be stimulated to produce more testosterone when insulin levels in the blood are high.

Indicate in the Answer sheet if each of the following statements is True or False.

- A.** PCOS patients are more likely to have acne than healthy people.
- B.** PCOS patients have progesterone level higher than healthy people.
- C.** Obese women have a higher risk of PCOS than normal-weight women.
- D.** Follicle-stimulating hormone (FSH) and Luteinizing hormone (LH) can be used to increase the probability of PCOS women to conceive.

Q.25

In the gills of freshwater teleost fishes, the blood plasma is separated from the freshwater by a thin epithelium so that the blood plasma tends to lose ions such as Na^+ and Cl^- to the ambient water across the gill epithelium and H_2O tends to enter the plasma from the ambient water across the gill epithelium. There are transport mechanisms by which inorganic ions and water cross the gill epithelium and they help to maintain the difference in the ion composition between the plasma and the ambient water. Figure Q.25 shows the transportation of four ions across the gill epithelium.

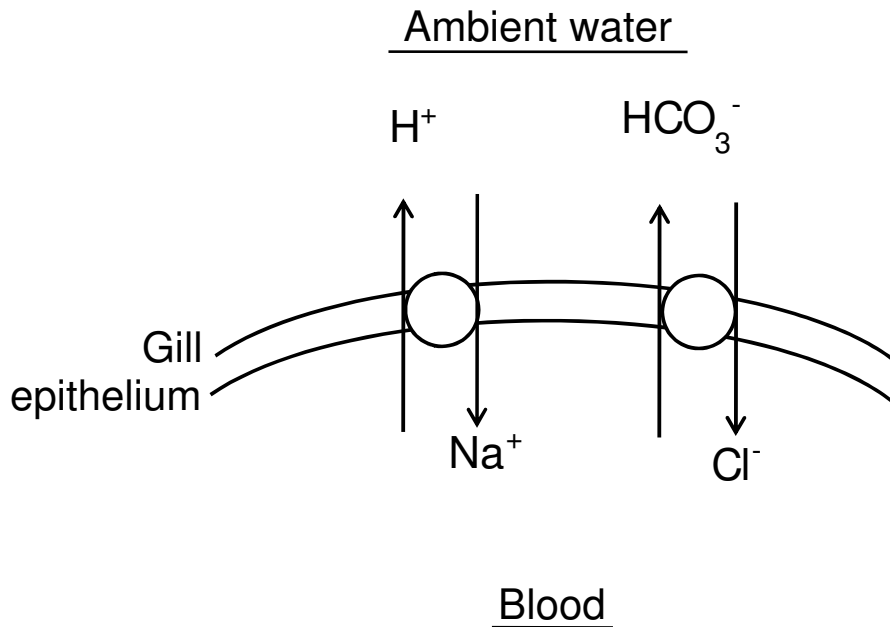


Figure Q.25.

Indicate in the Answer sheet if each of the following statements is True or False.

- A.** Inhibition of the Cl^- pump leads to an increase in blood pH.
- B.** An increase in CO_2 produced by catabolism leads to an increase in Na^+ and Cl^- transports across the epithelium cell.
- C.** A substance blocking the electron transport chain causes a decrease of Na^+ influx, but does not affect HCO_3^- outflux at the gill epithelium.
- D.** During alkalosis, the epithelial cell increases the synthesis of a key $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ countertransport protein.

Q.26

Two groups of students separately performed an experiment on kidney function. Thirty minutes before the experiment, each student in one group was instructed to drink 500 mL of water, while each student in the other group was instructed to drink 100 mL of water. At $t = 0$ minute, each student in both groups was instructed to drink 750 mL of water. Each student was then asked to urinate as he or she would normally do without attempting to manipulate the speed or flow in any way at the different time points shown in Figure Q.26. An electronic uroflowmeter was used to measure the urine flow rate. The Cl^- concentration in each urine sample was measured. Figure Q.26 shows the data of the experiment.

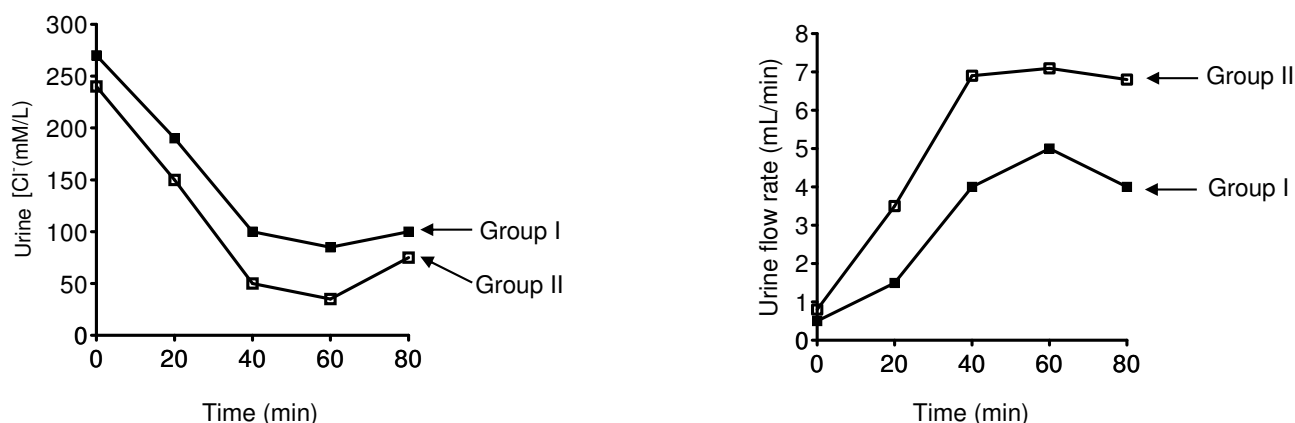


Figure Q.26.

Indicate in the Answer sheet if each of the following statements is True or False.

- A.** The absolute reabsorption of water by nephrons of the students in Group II at $t = 60$ min was lower than that of the students in Group I.
- B.** The plasma aldosterone concentration of the students in Group I was the highest at $t = 60$ min.
- C.** The students in Group I drank 500 mL of water 30 minutes before the experiment.
- D.** The students in Group II produced about 140 mL of urine during the period between $t = 40$ min and $t = 60$ min.

Q.27

Figure Q.27 shows the changes in metabolic rates of adult individuals of five animal species in response to temperature changes of the external environment (EM). The individual body weights of the five species were similar (about 30 grams). The data were measured from the animals when they were staying at rest.

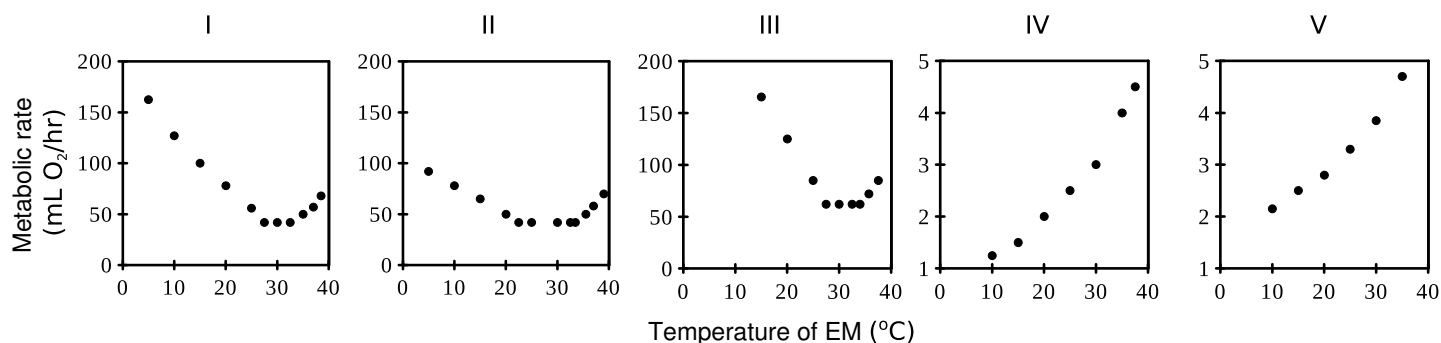


Fig. Q.27

Indicate in the Answer sheet if each of the following statements is True or False.

- A. Species IV was an ectothermic animal.
- B. Species II had the highest thermo-insulating ability among the five species.
- C. Species III possessed the highest basal metabolic rate among the five species.
- D. Increase in body temperature in species V was mainly dependent on metabolism.

Q.28

BDNF, a brain protein, is crucial for neuron activities. BDNF is activated during the activation of neurons of the limbic system. An important function of BDNF in mammals is shown in Figure Q.28. The signal via the catecholamine receptor (β -AR) has a specific positive effect on the browning process and thermogenesis.

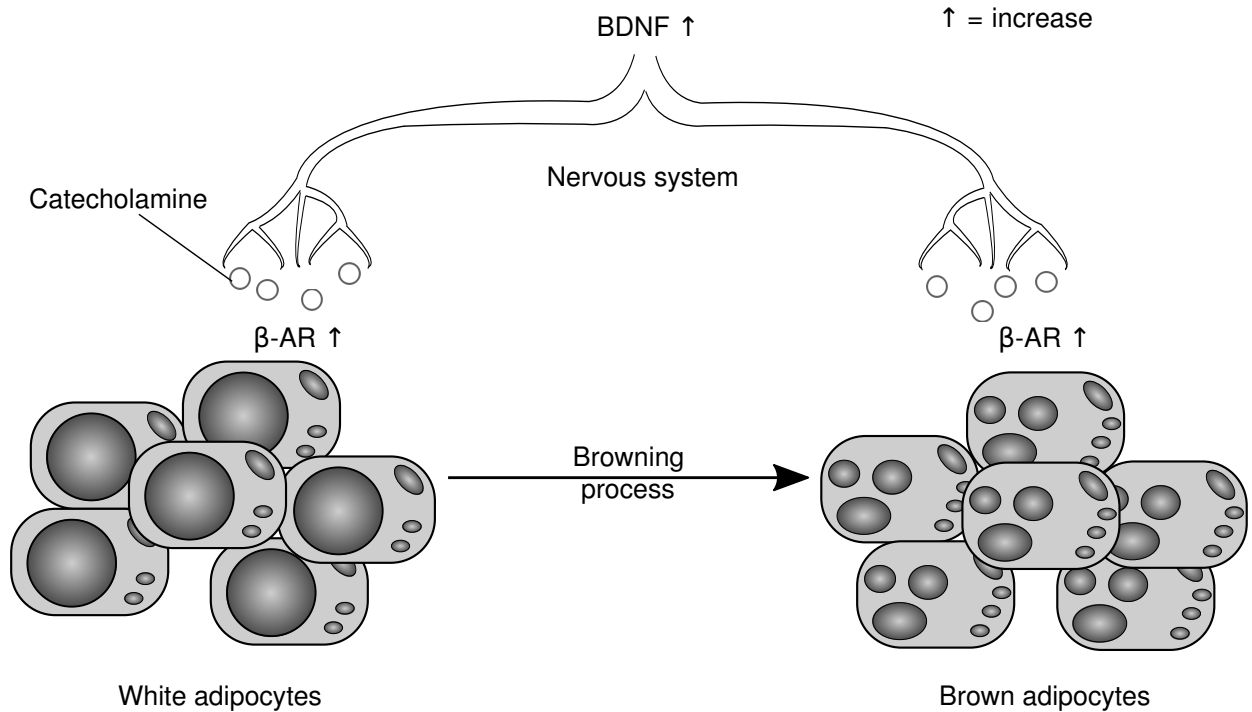


Fig. Q.28

Indicate in the Answer sheet if each of the following statements is True or False.

- A. Regularly learning and memorizing activities help to increase the number of brown fat cells.
- B. Inhibition of BDNF expression reduces the size of white adipose tissue.
- C. Psychological anxiety increases the manifestation of the β -AR.
- D. β -AR gene-deleted mice will show higher sensitivity to cold

Q.29

The skeletal muscle fibers are divided into three types depending on the speed and energy sources of muscle contraction:

Type I: Slow twitch, oxidative muscle fibers.

Type IIa: Fast twitch, oxidative muscle fibers.

Type IIb: Fast twitch, glycolytic muscle fibers.

Figure Q.29 shows the correlation of mRNA expression levels of the genes *Myh7*, *Myh2*, and *Myh1* specific for muscle fiber types I, IIa, and IIb, respectively, in human skeletal muscles of legs: quadriceps, gastrocnemius, and soleus muscles.

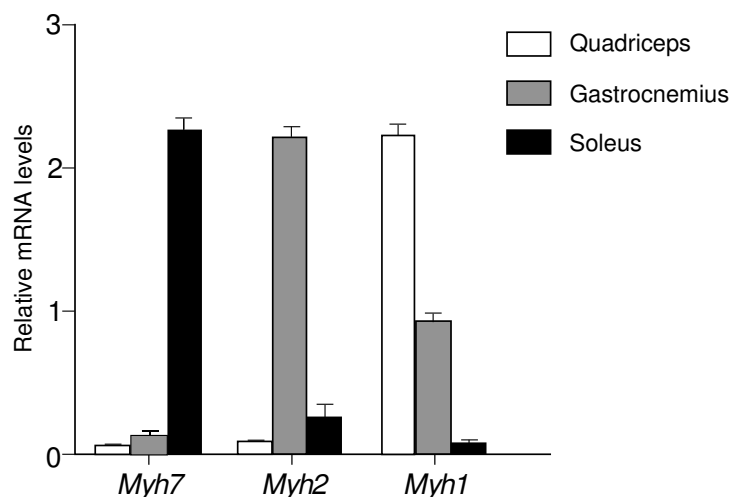


Figure Q.29.

Indicate in the Answer sheet if each of the following statements is True or False.

- A.** The soleus muscles of the sprinter athletes are prone to be more developed than those in the marathon athletes.
- B.** The ratio of mitochondria number per muscle mass in the quadriceps muscle is less than that in the gastrocnemius muscle.
- C.** The soleus muscle contains less sarcoplasmic reticulum than the gastrocnemius muscle does.
- D.** Regularly doing the endurance exercise for a long period of time can increase the number of glycolytic muscle fibers in the gastrocnemius muscles.

Q.30

Figure Q.30A shows an insulin secretion and the mechanism by which insulin stimulates glucose absorption into cell. The mechanism includes four steps depicted by the four circled digits 1 to 4.

Four patients (E, F, G and H) had a defect each in a single step of the above mechanism. Patients E, F, G and H had defect in steps 1, 2, 3 and 4, respectively.

These patients were given two tests:

- Test 1: Muscle cells from each patient were isolated and the percentage of insulin binding cells at different concentrations of insulin was determined (Figure Q.30B).
- Test 2: Each patient was injected with same insulin quantity related to their body mass and their plasma glucose concentrations were then measured at various times after injection (Figure Q.30C).

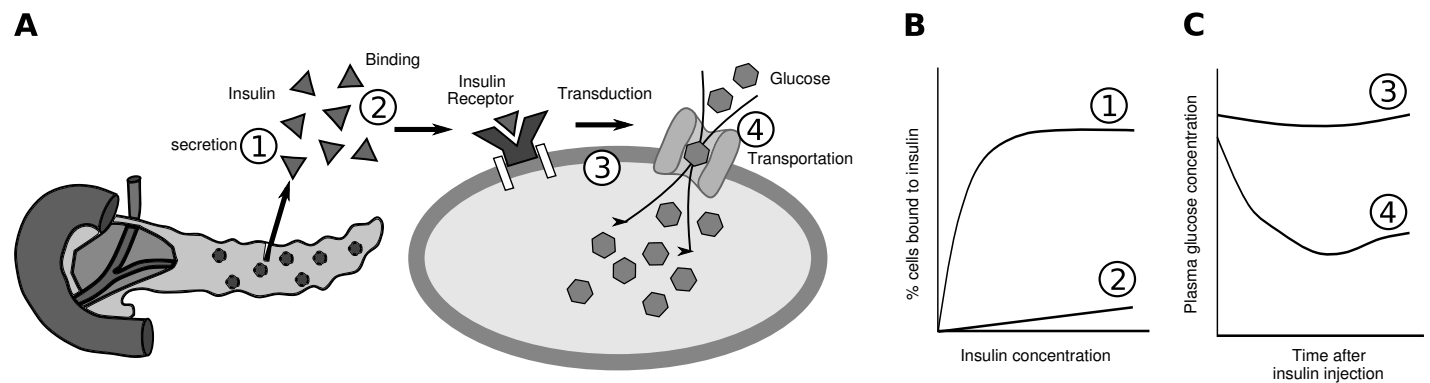


Figure Q.30

Indicate in the Answer sheet if each of the following statements is True or False.

- The result of Test 1 of Patient G could be shown in Line 1.
- Lines 2 and 3 show the results of Tests 1 and 2, respectively, of Patient F.
- Line 3 shows the tested result of Patient E.
- Lines 1 and 4 show the results of Tests 1 and 2, respectively, of Patient H.

ETHOLOGY

Q.31

The territorial behavior of the red-whiskered bulbul (*Pycnonotus jocosus*) was studied during pre-nesting and nesting periods. Songs of decoys were played from ten different locations around a farmhouse, where the test birds lived, and the time taken to start displaying territorial behavior by the resident male measured at the different locations (Table Q.31). The resident bird defended the territory with aggressive calls, threat display and tried to attack the decoy.

Table Q.31

Station	C	I	K	G	H	B	F	J	D	E
Distance (m)	20	50	110	30	50	19	46	72	29	38
Direction	N	N	N	S	S	E	E	E	W	W
Pre-nesting										
Territory defense	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-
Response time	1	3	>10	5	>10	1	3	>10	4	>10
Nesting										
Territory defense	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-
Response time	0.2	1	>10	0.7	>10	0.3	2.5	>10	1	>10

Table Q.31. Mean response time = time taken to start displaying territorial behavior (minute). (+) signifies territory defense whereas (-) stands for “no territory defense”. N= north, S= south, E= east and W = west.

Based on this information, indicate in the answer sheet if each of the following statements about the behavior of the birds is true or false.

- The territory size during the pre-nesting period was smaller than that during the nesting period.
- The quadrangle made by stations G, D, I and F marks the territory size of the bird.
- The male responded more rapidly to the decoy within its territory during the nesting period.
- The intensity of territorial behavior displayed is a dependent on seasonal fluctuation of hormones.

Q.32

Female vampire bats live in colonies made up of unrelated females and their offsprings, and they feed exclusively on blood of herbivores. The fully-fed bats often share some of the blood that they collected with bats that are starving, and are more likely to receive blood from these individuals when they themselves starve.

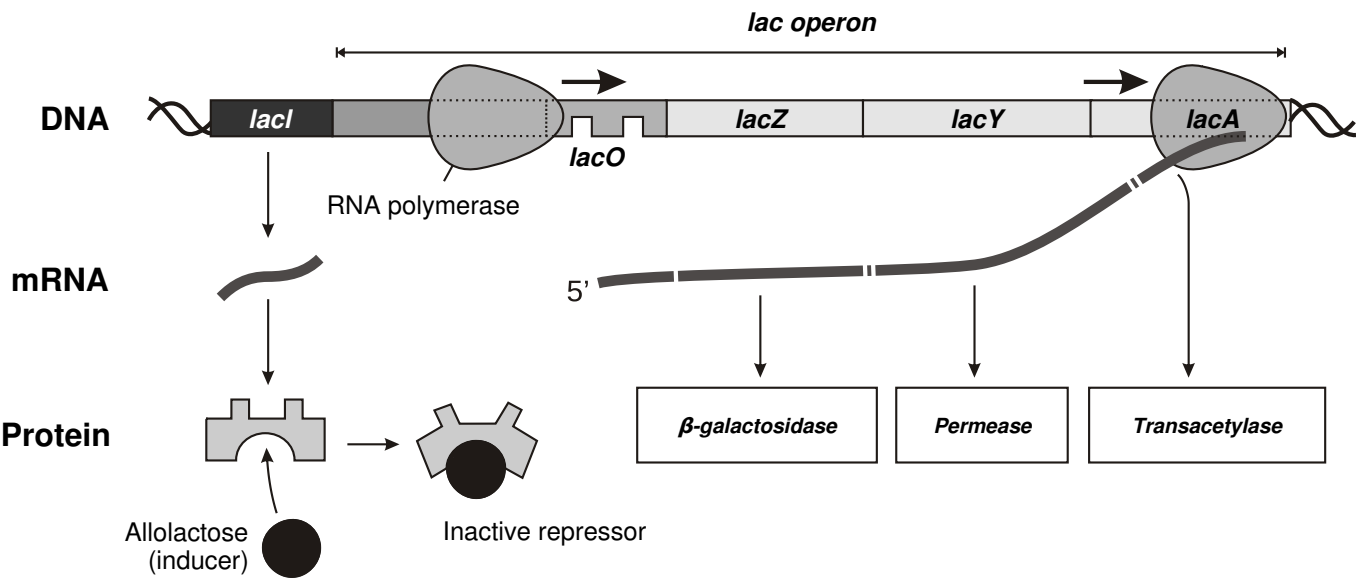
Indicate in the answer sheet if each of the following statements about this behavior of bats is mostly true or false.

- A.** Kin selection plays an important role in evolution of the sharing behavior in vampire bats.
- B.** Vampire bats are likely to live in colonies only for short periods of time.
- C.** The bats showing this behavior have higher indirect fitness than if they would not do so.
- D.** Vampire bats are able to recognize and remember other individual bats.

GENETICS AND EVOLUTION

Q.33

Mr. Long had ten strains of *Escherichia coli* with different mutations in their *lac* operon. Analyzing their DNA, he found that each strain is one of five mutation types: *lacZ*⁻, *lacY*⁻, *lacI*⁻, *lacI*^S (the repressor LacI^S can bind to the operator but cannot bind to the inducer), or *lacO*^c (the mutated operator *lacO*^c cannot be bound by the repressor). Mr. Long also knew that strain number 6 is a *lacZ*⁻ mutant. Operon *lac* is shown below.



Mr. Long isolated DNA containing the *lac* operon from each strain (donor) and transformed it into other strains, thus making the strain merodiploid (recipient). Thereafter recipient strains were cultured on minimal medium that contained lactose as the only carbon source. Growth of the strains was recorded in the table below (+ means that the strain is growing, - means that the strain is not growing).

Recipient strains	2	-								
	3	-	+							
	4	-	+	+						
	5	+	+	+	+					
	6	-	+	+	+	+				
	7	-	+	+	+	+	-			
	8	-	-	-	-	+	-	-		
	9	+	+	+	+	+	+	+	+	
	10	-	+	-	+	+	+	+	-	+
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Donor strains										

Indicate in the answer sheet if each of the following statements is true or false.

- A.** Strain number 7 is a *lac Z*⁻ mutant.
- B.** Strain number 3 is a *lac Y*⁻ mutant.
- C.** Strains number 2 and 4 are of the same mutation type.
- D.** If strain number 5 receives DNA from itself, the transformed bacteria cannot grow.

Q.34

Mr. Long analyzed DNA samples from three families using six loci of short tandem repeat (STR) on six different autosomal chromosomes. Each STR locus usually has many different alleles that are labeled by numbers, e.g. 3 and 5 for locus 1 of Huong sample, in the table. In the first family, the father is Hung, the mother is Huong and their son is Dung. In the second family, the father is Nhan and his two sons are Tin and Nghia. In the third family the father is Phu, and his son is Quy. Mr. Long also included a DNA sample from Dat who is unrelated to any of the three families. Samples were randomly encoded with numbers but the key was lost except for Huong's sample.

		STR loci					
		Locus 1	Locus 2	Locus 3	Locus 4	Locus 5	Locus 6
DNA samples	Huong	3/5	2/2	5/6	3/3	1/2	2/6
	669	3/5	2/7	4/9	5/8	3/7	4/5
	297	1/5	3/3	3/3	6/9	2/7	4/8
	653	1/5	2/2	6/6	3/7	2/9	4/5
	735	5/7	2/4	5/5	3/4	2/2	1/2
	130	5/7	7/7	5/9	3/8	2/7	4/5
	860	1/6	2/3	3/5	6/7	1/7	2/8
	938	3/7	4/5	5/6	4/4	2/3	1/2
	264	3/7	7/7	1/4	5/9	7/9	3/4

Indicate in the answer sheet if each of the following statements is true or false.

- A.** Sample 735 is Dat's DNA.
- B.** Sample 669 is Nhan's DNA.
- C.** Sample 938 is Hung's DNA.
- D.** Sample 297 can be Phu's DNA.

Q.35

Centromere position can be mapped using linear tetrads in some fungi. If there is no cross-over between gene E and the centromere, four spores are arranged in sequence of eeEE or EEee (Fig.Q.35A). If there is a cross-over between gene E and the centromere, four spores are arranged in sequence of eEeE or EeEe (Fig.Q.35B). There are many types of crossovers involving 2, 3 and 4 strands of chromatids as illustrated in Fig.Q.35C.

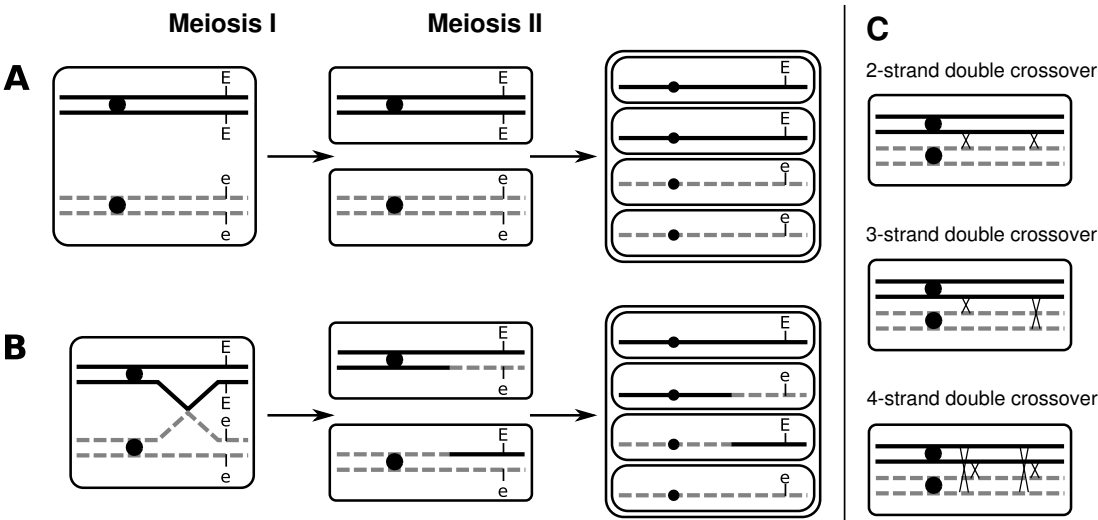


Figure Q.35

Strain ab was crossed to strain a+ b+ and 100 linear tetrads were isolated. Those tetrads were divided into six classes as shown in the following table:

Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6
ab	ab	ab	ab	ab ⁺	ab
a ⁺ b	ab ⁺	ab	a ⁺ b ⁺	a ⁺ b	a ⁺ b ⁺
ab ⁺	a ⁺ b	a ⁺ b ⁺	ab	ab ⁺	ab ⁺
a ⁺ b ⁺	a ⁺ b ⁺	a ⁺ b ⁺	a ⁺ b ⁺	a ⁺ b	a ⁺ b
15	29	47	2	2	5

- Indicate in the answer sheet if each of the following statements is true or false.
- A.** Locus a and b are located on the same arm of chromosome.
 - B.** Class 4 involves a 4-strand double crossover.
 - C.** Class 6 involves a 3-strand double crossover, with one between gene a and the centromere and between the centromere and gene b.
 - D.** Class 5 involves a 2-strand double crossover.

Q.36

Heritability in broad sense (H^2) is the ratio of total genetic variance (V_g) to total phenotypic variance (V_p): $H^2 = V_g/V_p$. The phenotypic variance is often divided into three components: the genetic variance (V_g), environmental variance (V_e) and the interaction variance (V_i), $V_p = V_g + V_e + V_i$. The genetic variance is divided into three components: the additive genetic variance (V_a , cumulative effects of individual loci), the dominant genetic variance (V_d), and the genetic interaction variance (V_{gi}), $V_g = V_a + V_d + V_{gi}$. Heritability in narrow sense (h^2) = V_a/V_p .

Indicate in the answer sheet if each of the following statements about heritability is true or false

- A.** A low H^2 value of a trait always indicates that the trait is determined mainly by the environment.
- B.** Genetic variance depends on the environment to which the population is exposed.
- C.** The artificial selection for a trait with higher h^2 is more successful than that for a trait with lower h^2 .
- D.** Two pure strains of bean that produce seeds with different weights were crossed. The variances of seeds (V_p) from F_1 and F_2 plants are 2.0 and 4.1, respectively. If we ignore interaction effects, H^2 of seeds is 0.51.

Q.37

F.D. Enfield selected for increased body size in the flour beetle *Tribolium castaneum*. He started with a population of beetles that had a mean weight of 2.4 g and variance of 4.0 g². For each generation, the selection differential (the difference between the mean of a generation subset selected for further breeding and the overall mean of that generation) was 0.022g. The initial value of h^2 (heritability in narrow sense- h^2 is the ratio of the additive variance to the total phenotypic variance) for body size in the original population was 0.3. For the first 50 generations, the mean weight of the selected population increased steadily. After 125 generations of selection, the mean weight had increased to 5.8g, more than twice the original mean, and additional selection did not result in a further increase in size. The lightest individuals in the selected population were heavier than the heaviest individuals in the original population. Enfield determined h^2 for the selected population after 125 generations and discovered that it was only slightly less than for the original population.

Based on above information, indicate in the answer sheet if each of the following statements is true or false.

- A.** The failure of the population to respond to further selection was because the population genetic variation is exhausted.
- B.** The reason why the mean of the population could be shifted to a value outside the original range of the population is that the selection for the increased the body size is a selection favoring heterozygotes.
- C.** After 125 generations of selection, additional selection can result in a further increase in size if we increase the selection differential (higher than 0.022g).
- D.** If selection was stopped after 125 generations of selection then the body size would decrease.

Q.38

A mutated male mouse that is phenotypically normal shows reproductive anomalies when compared with a normal male in terms of mean number of embryos as shown in Table Q.38. The anomaly manifests itself after fertilization.

Mean number of embryos

Mating	Implanted in uterine wall	Degeneration after implantation	Normal	Degeneration (%)
mutated ♂ X normal ♀	8.7	5.0	3.7	57.5
normal ♂ X normal ♀	9.5	0.6	8.9	6.5

Study carefully data given in the table and indicate in the answer sheet if each of the following statements is true or false.

- A.** The mutated male mouse can have a chromosome deletion.
- B.** The mutated male mouse can be a chromosomal translocation heterozygote.
- C.** The mutated male mouse can be a chromosomal inversion heterozygote.
- D.** The genetic defect in mutated male could be verified by cytological observation of meiotic cells in the mouse.

Q.39

Speciation rates are variable in different lineages of organisms. Some lineages have many species; others have only a few.

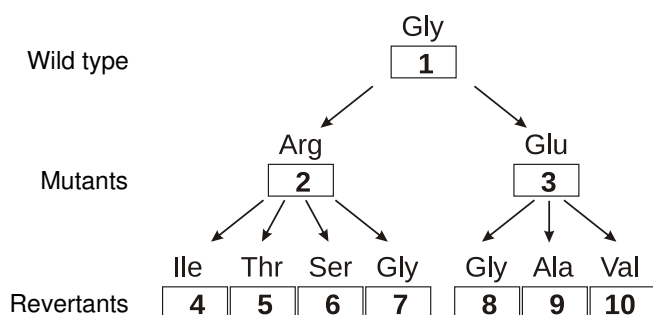
Indicate in the answer sheet if each of the following statements about the factors influencing speciation rates is true or false.

- A.** The larger the number of species in some lineages, the larger number of opportunities for new species to form.
- B.** Animal-pollinated plant families have, on average, more species than closely related families pollinated by wind.
- C.** Animals with complex mating behavior are likely to form new species at a low rate.
- D.** Oscillations of climates may increase the speciation rate.

Q.40

About 50 years ago, Charles Yanofsky studied the sequence of the tryptophan synthetase of *E. coli*. The wild type protein (1) has a glycine in position 38. Yanofsky isolated two inactive *trp* mutants: 2 and 3. Mutant 2 had Arg instead of Gly at position 38, and mutant 3 had Glu at position 38. Mutants 2 and 3 were plated on minimal medium (without tryptophan). Colonies appearing correspond to spontaneous mutations that restored tryptophan synthetase function. The amino acid at position 38 was identified as described in figure A. Assume that each amino acid replacement results from a single base-pair change.

A



B

		Second base				
		U	C	A	G	
First base	U	UUU Phe UUC UUA Leu UUG	UCU UCC Ser UCA UCG	UAU Tyr UAC UAA Stop UAG Stop	UGU Cys UGC UGA Stop UGG Trp	U C A G
	C	CUU CUC Leu CUA CUG	CCU CCC Pro CCA CCG	CAU His CAC CAA Gln CAG	CGU Arg CGC CGA CGG	U C A G
	A	AUU AUC Ile AUA AUG Met	ACU ACC Thr ACA ACG	AAU Asn AAC AAA Lys AAG	AGU Ser AGC AGA Arg AGG	U C A G
	G	GUU GUC Val GUA GUG	GCU GCC Ala GCA GCG	GAU Asp GAC GAA Glu GAG	GGU Gly GGC GGA GGG	U C A G

Indicate in the answer sheet if each of following statements about codon 38 of tryptophan synthetase is true or false.

- Mutant 2 results from a base substitution at the first position of the codon.
- Strains 7 and 8 likely have the same sequence as the wild type strain.
- The codon in strain 10 is 5'GUA3'
- The codon in strain 6 is 5'AGC3'.

Q.41

Frequencies of the human AB0 blood group alleles in a population are $p(I^A) = 40\%$, $p(I^B) = 40\%$ and $p(i) = 20\%$.

Assuming that the population is in Hardy-Weinberg equilibrium, indicate in the answer sheet if each of the following statements is true or false.

- A.** In this population, the number of persons with the blood groups A and B should be equal.
- B.** In this population, the number of persons with the blood groups A and AB should be equal.
- C.** In this population the frequency of persons with anti-B antibodies is 64%.
- D.** Locus AB0 is localized on an autosomal chromosome because the blood group frequencies are the same for men and women.

Q.42

Frequency-dependent selection is an evolutionary process where the fitness of a phenotype depends on its frequency relative to other phenotypes in a given population. In **positive** frequency-dependent selection, the fitness of a phenotype increases as it becomes more common. And in **negative** frequency-dependent selection, the fitness of a phenotype decreases as it becomes more common.

Indicate in the answer sheet if each of following statements is true or false.

- A.** Plant self-incompatibility alleles are an example of negative frequency-dependent selection.
- B.** Spreading of a newly emerged virus in a human population is controlled by negative frequency-dependent selection.
- C.** Prevalence of *Papilio memnon* whose females resemble distasteful *Papilio coon* is an example of positive frequency-dependent selection.
- D.** Spread of genes responsible for warning coloration in toxic organisms in population is controlled by positive frequency-dependent selection.

ECOLOGY

Q.43

A population of dragonfly larvae (*Leucorrhinia intacta*) is separated into two groups. In both groups, larvae populations are put inside a cage with no food limitation. The first group is exposed to a fish predator that can swim freely, but cannot enter the cage. The second group is a control with no fish. The proportion of larvae surviving and the proportion of live larvae failing to metamorphose in the two groups are shown below:

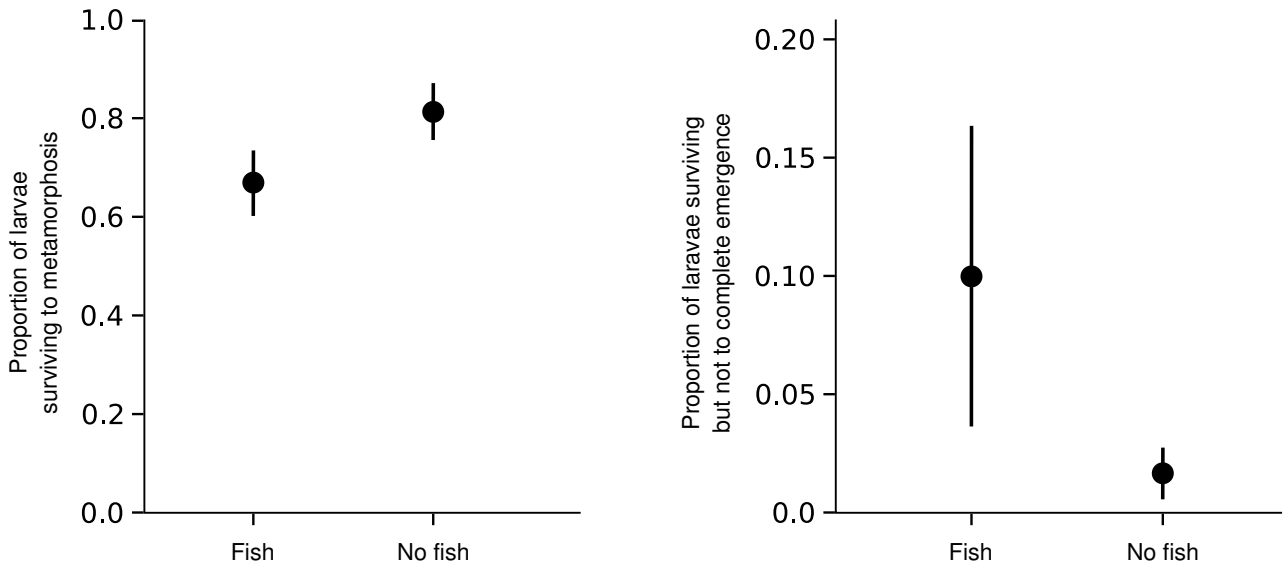


Figure Q.43

Indicate in the **Answer sheet** if each of the following statements is True or False.

- A. One of the causes of high failure rate of metamorphosis of the larvae upon exposure to a non-lethal predator is cannibalism.
- B. The high mortality of larvae in the first group is due to predator-induced stress.
- C. In the predator treatment, the percentage of individuals that survived the larval stage completed emergence to the adult stage is lower than the percentage of those in the fishless treatment.
- D. The survival of dragonfly before metamorphosis is dependent on the predator while those during metamorphosis is not.

Q.44

Laboratory experiments were conducted to examine the effects of temperature on interspecific competition between two stream salmonid fishes, *Salvelinus malma* and *S. leucomaenis*, with largely allopatric altitudinal distribution. Three combinations of species population, including allopatric populations of *S. malma* and *S. leucomaenis*, and sympatric populations of both species, were treated with low temperature (6°C) and high temperature (12°C), in which thriving allopatric populations of *S. malma* (6°C) and *S. leucomaenis* (12°C) are commonly found.

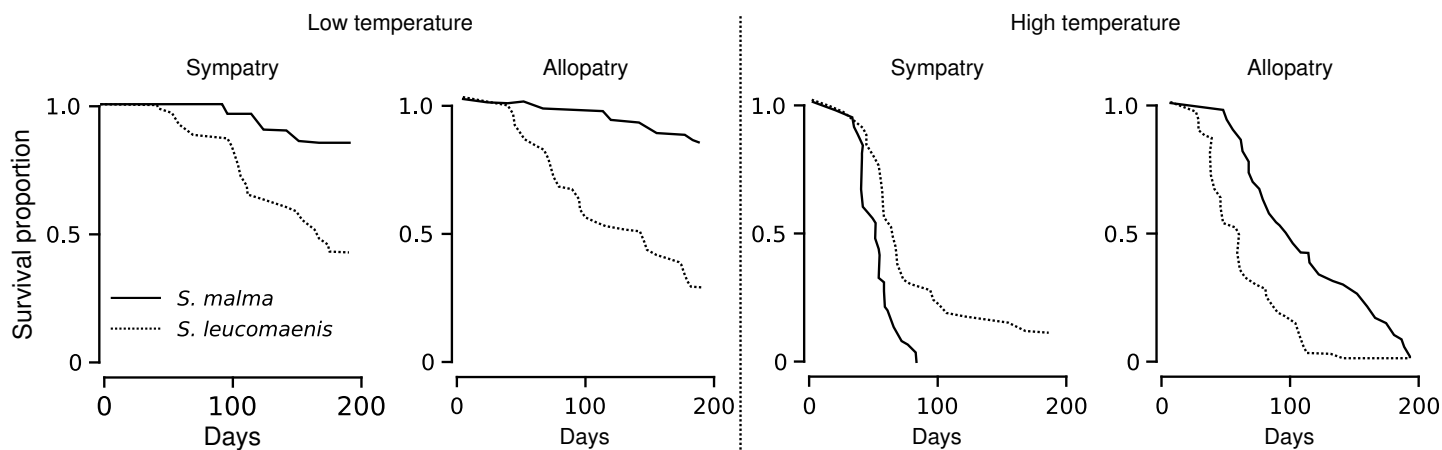


Figure Q.44

Indicate in the **Answer sheet** if each of the following statements is True or False.

- A. Competition of these two species is likely to have been affected by temperature and altitude
- B. *S. malma* may be distributed at higher altitudinal ranges than is *S. leucomaenis*
- C. *S. leucomaenis* is likely to be more low-temperature stress-resistant than *S. malma*
- D. *S. malma* has a narrower fundamental niche than does *S. leucomaenis*

Q.45

Male guppies (*Poecilia reticulata*) show a complex color pattern polymorphism that varies with predation pressure, reflecting a balance between selection for crypsis by predators and selection for conspicuousness by sexual selection. Three experimental ponds were used to study this phenomenon, mimicking the real condition on the native habitat of the guppies and its predators, *Rivulus hartii* and *Crenicichla alta*. One pond has the control group while the other two ponds were added with one of the two predators. In the field, *C. alta* was observed to be more dangerous than *R. hartii*.

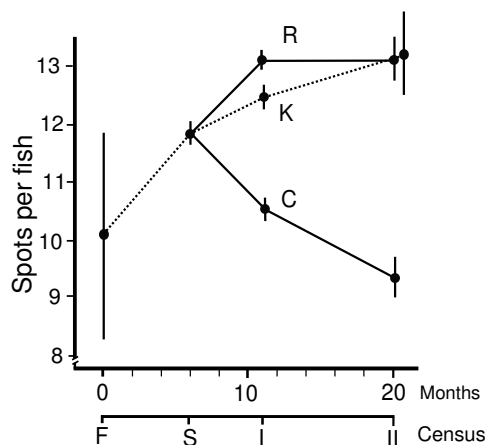


Figure Q.45. Changes in the number of spots per fish during the course of the experiment. Line 'K' stands for pond without predator, 'R' for pond with *R. hartii*, and 'C' for pond with *C. alta*. In the X-axis, 'F' stands for the time when the foundation population was started, 'S' stands for the time when the predators were added, then 'I' and 'II' stands for the numbering of the following censuses.

Indicate in the **Answer sheet** if each of the following statements is True or False.

- A.** The color pattern is responsible for the reduced fitness of *P. reticulata*.
- B.** Sexual selection for color pattern of the *P. reticulata* cannot be inferred from the data.
- C.** The color pattern of the *P. reticulata* may be advantageous in escaping *R. hartii*.
- D.** The two predators possibly use two different mechanisms to detect *P. reticulata*.

Q.46

The dioecious perennial *Poa* grass coexists with *Stipa* grass in the steppes. The former is highly preferred by domestic and wild herbivores, while the latter is relatively unpalatable. Scientists grew *Poa* plants in different distances to *Stipa* plants, with or without root barrier, in different grazing levels, and then recorded the growth of *Poa* plants.

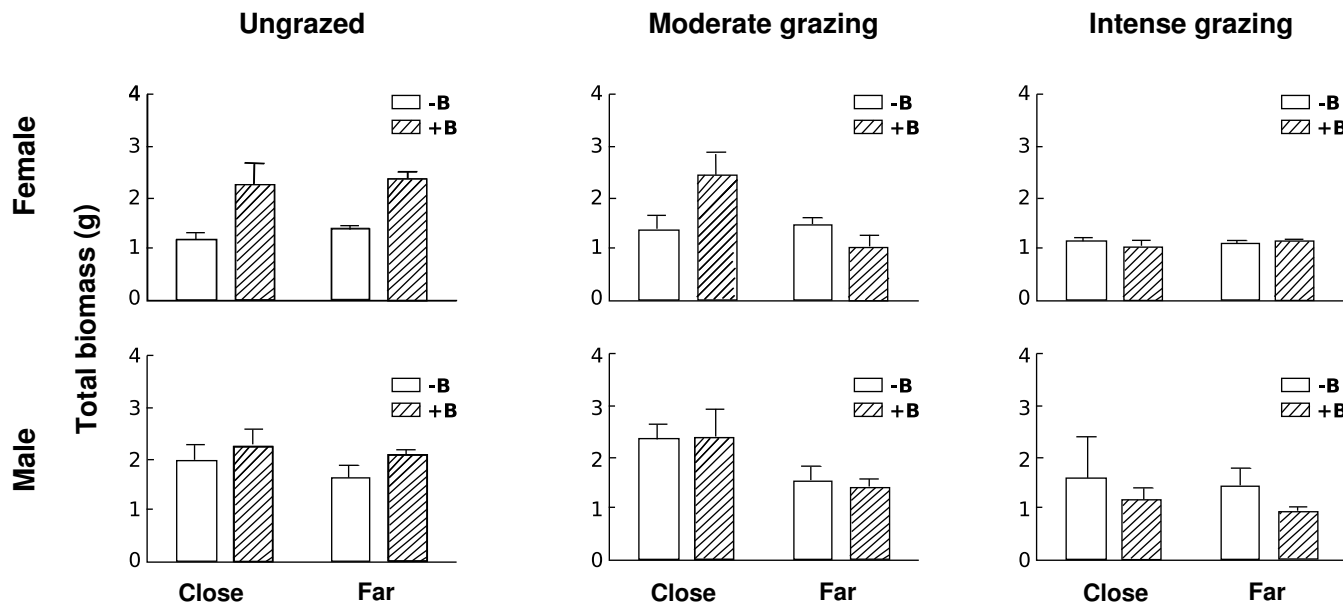


Figure Q.46-1. Effects of distance (close and far) and barrier (without barrier (-B) and with the barrier present (+B)) to root competition manipulations on *Poa* female (top panels) and male plants (bottom panels) total biomass, at each grazing intensity level.

In another experiment, they recorded the density of *Poa* male and female plants under different grazing levels.

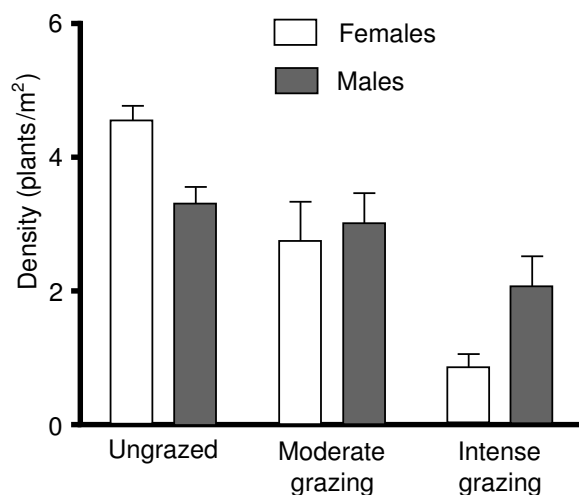


Fig.Q.46-2

Indicate in the **Answer sheet** if each of the following statements is True or False.

- A.** Distance to the less palatable *Stipa* neighbours affects the *Poa* biomass of females and males at the ungrazed site.
- B.** Plants at the moderate grazing site, whether male or female, generally perform better near *Stipa* tussocks than far from them, demonstrating a positive effect of *Stipa* canopies on both genders.
- C.** There is a strong below-ground competition between *Poa* females and *Stipa* neighbours at the ungrazed site.
- D.** Population sex ratio drift between female and male bias is influenced by domestic grazing intensity.

Q.47

Goats are fed with alfalfa and corn stubble. At time 0, they were also fed with *Mimosa* seeds. The presence of viable *Mimosa* seeds in goat faeces was recorded with a germination experiment with egested and control seeds.

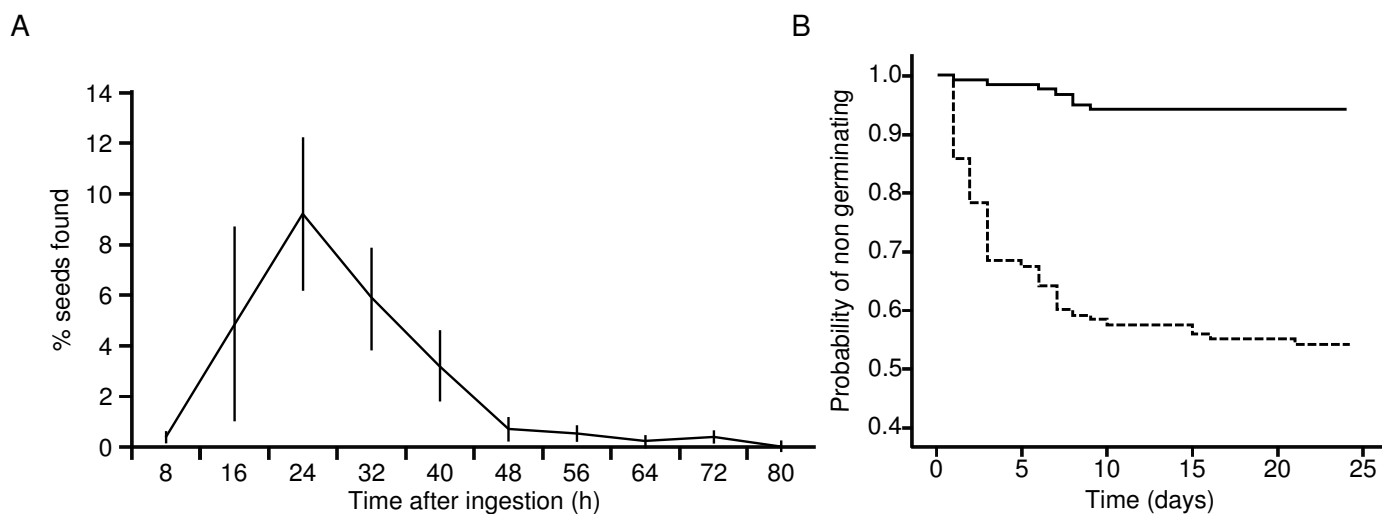


Figure Q.47 A: Percent of *Mimosa* seeds found in goat faeces as a function of time after ingestion. Goat pellets were collected every 8 hours over a period of 80 hours after ingestion. **B:** Probability of non germinating of egested (stippled line) and control (solid line) *Mimosa* seeds.

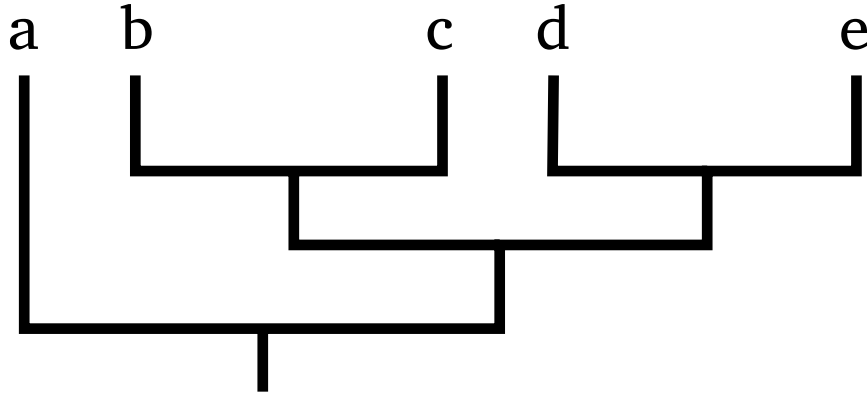
Indicate in the **Answer sheet** if each of the following statements is True or False.

- A.** *Mimosa* seed can survive up to 3 days in the goat digestive system.
- B.** The passage through the goat digestive system decreases seed germination.
- C.** Number of seeds egested after ingestion is highest after 24 hours.
- D.** Goats could act as legitimate disperser of *Mimosa* seeds.

BIOSYSTEMATICS

Q.48

Study the cladogram given below and indicate if each of the following statements is true or false.



Indicate in the **Answer sheet** if each of the following statements is True or False.

- A. The clade containing (d) and (e) is a sister group to the taxon consisting of (a), (b) and (c).
- B. The last common ancestor of (b) and (c) descended from the last common ancestor of (c) and (d).
- C. Taxon (b) is more closely related to taxon (a) than to taxon (e).
- D. The lineage leading to taxon (a) was the first to diverge from the other lineages.

Q.49

Most taxonomists today believe that biological classification systems should reflect the evolutionary relationships of organisms and taxonomic groups should be monophyletic. However, the classification used today still contains many polyphyletic and paraphyletic taxonomic groups.

Indicate in the answer sheet if each of the following statements is true or false.

- A.** Polyphyletic taxa can arise when taxa that are not directly related share similar character states due to convergence
- B.** If a classification is based on phenotypic similarity, paraphyletic taxonomic groups may result
- C.** Some taxa in a paraphyletic taxonomic group have phenotypically evolved at different rates compared to closely related taxa that are not included in the group.
- D.** All molecular data support gymnosperms as a monophyletic taxon.

Q.50

Using sequence differences to establish phylogenies has some advantages and possible dangers. An inappropriate choice of molecule could result in molecular trees that greatly distort true phylogenetic relationships. Hence, care must be taken in using this approach.

Indicate in the answer sheet if each of following statements is true or false.

- A.** Polypeptide sequences of cytochrome c are very useful for establishing evolutionary relationships between closely related species.
- B.** For phylogenetic analysis, comparing partial sequences from many different genes is better than comparing full-length sequences of several genes.
- C.** Rates of nucleotide substitution per unit of time are faster in organisms with short generation times than in organisms with long generation times.
- D.** The Neutral Theory requires that all polypeptide and DNA sequences evolve at the same rate.

END OF THEORY PART A