Informator o egzaminie maturalnym

z biologii

od roku szkolnego 2022/2023

dla uczniów niewidomych

1. Opis egzaminu maturalnego z biologii

Wstęp

„Informator o egzaminie maturalnym z biologii” od roku szkolnego 2022/2023 składa się dwóch części:

- część pierwsza – przedstawia ogólne założenia egzaminu maturalnego z biologii od roku szkolnego 2022/2023 i zawiera: zakres wiadomości i umiejętności sprawdzanych na egzaminie maturalnym, opis arkusza egzaminacyjnego z biologii w zakresie rozszerzonym oraz informacje dotyczące zasad oceniania rozwiązań zadań;

- część druga – przedstawia przykładowe zadania egzaminacyjne wraz z rozwiązaniami i odniesieniem zadań do wymagań podstawy programowej kształcenia ogólnego. Prezentowane zadania ilustrują różne typy i formy, jakie mogą pojawić się w arkuszu egzaminacyjnym na egzaminie maturalnym.

Do wybranych zadań – m.in. zadań sprawdzających umiejętności wynikające z nowej podstawy programowej, np. dotyczące analizy i interpretacji wyników doświadczeń z uwzględnieniem prostych analiz statystycznych albo zadań, do których zastosowano sposób oceniania inny niż przyjęty dotychczas na egzaminie maturalnym z biologii – zostały załączone komentarze.

„Informator” ma na celu zapoznać przyszłych maturzystów z nowymi typami zadań, zarówno pod kątem konstrukcyjnym (np. wprowadzenie wyróżnienia w zadaniach, zadania, w których punktowane są częściowe rozwiązania), ale także w kontekście nowej podstawy programowej, w której zostały wprowadzone elementy statystycznej analizy danych. Przykłady zadań w „Informatorze” nie wyczerpują wszystkich typów zadań, które mogą wystąpić w arkuszu maturalnym z biologii; nie ilustrują także wszystkich wymagań z zakresu biologii opisanych w podstawie programowej. Wybrane zadania nie stanowią też przykładowego arkusza egzaminacyjnego. Dlatego „Informator” nie może być jedyną, ani nawet główną wskazówką do planowania procesu kształcenia w szkole. Tylko realizacja wszystkich wymagań z podstawy programowej, zarówno ogólnych, jak i szczegółowych, może zapewnić odpowiednie wykształcenie biologiczne uczniów i właściwe przygotowanie do egzaminu maturalnego.

Ogólne informacje o egzaminie maturalnym z biologii od roku szkolnego 2022/2023

Od roku szkolnego 2022/2023 biologia może być zdawana na egzaminie maturalnym wyłącznie jako przedmiot dodatkowy w zakresie rozszerzonym.

Do egzaminu maturalnego z biologii może przystąpić absolwent każdej szkoły ponadpodstawowej, niezależnie od przedmiotów, których uczył się w zakresie rozszerzonym.

Egzamin ma formę pisemną i trwa 180 minut[1].

W czasie trwania egzaminu zdający mogą korzystać z zestawu tablic „Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki”, linijki oraz kalkulatora prostego.

Wyniki egzaminu ogłaszane są w terminie wyznaczonym przez Dyrektora CKE i przedstawiane w procentach oraz w skali centylowej.

Zakres wiadomości i umiejętności sprawdzanych na egzaminie maturalnym z biologii

Egzamin maturalny z biologii sprawdza, w jakim stopniu zdający spełnia wymagania określone w podstawie programowej kształcenia ogólnego dla szkoły ponadpodstawowej[2].

Podstawa programowa z biologii dla szkoły ponadpodstawowej w zakresie rozszerzonym zawiera cele kształcenia ujęte w sześciu obszarach wymagań ogólnych oraz wymagania szczegółowe (treści nauczania) ujęte w osiemnastu działach odpowiadających dyscyplinom nauk biologicznych. Zadania w arkuszu egzaminacyjnym będą sprawdzały różne wymagania podstawy programowej, a przede wszystkim:

– znajomość różnorodności biologicznej i umiejętność wykorzystania nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów biologicznych;

– umiejętność naukowego rozumowania, argumentowania i wnioskowania;

– rozumienie praw biologicznych, umiejętność dostrzegania współzależności między faktami biologicznymi i wyjaśniania związków przyczynowo-skutkowych;

– umiejętność projektowania doświadczeń i obserwacji oraz analizowania i interpretowania ich wyników wraz z uwzględnieniem niepewności pomiarowych;

– umiejętność stosowania analizy statystycznej do opisu i interpretacji procesów biologicznych;

– umiejętność wykorzystania i przetwarzania informacji pochodzących z różnych źródeł, ich krytycznej analizy oraz formułowania opinii.

Arkusz egzaminacyjny z biologii na poziomie rozszerzonym

Arkusz maturalny z biologii będzie zawierał od 20 do 25 zadań. Zadania mogą składać się z 1, 2 lub 3 poleceń albo tworzyć wiązki tematyczne składające się z 4–6 poleceń. Będą one odnosić się do tego samego materiału źródłowego, a do ich rozwiązania niezbędna będzie umiejętność integrowania i wykorzystywania wiedzy z różnych działów biologii, a w niektórych przypadkach – także z innych dyscyplin naukowych.

Przy numerze każdego polecenia będzie podana maksymalna liczba punktów, którą można uzyskać za poprawne jego rozwiązanie.

W arkuszu egzaminacyjnym znajdą się zarówno zadania zamknięte, jak i zadania otwarte, przy czym udział zadań lub poleceń zamkniętych w arkuszu nie będzie przekraczał 30%.

[1] Czas trwania egzaminu może zostać wydłużony w przypadku uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi, w tym niepełnosprawnych, oraz w przypadku cudzoziemców. Szczegóły są określane w Komunikacie dyrektora Centralnej Komisji Edukacyjnej w sprawie szczegółowych sposobów dostosowania warunków i form przeprowadzania egzaminu maturalnego w danym roku szkolnym.

[2] Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 30 stycznia 2018 r. w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia (Dz.U. z 2018 r. poz. 467, z późn. zm.).

Zadania zamknięte – to takie, w których zdający wybiera odpowiedź spośród podanych. Wśród zadań zamkniętych znajdą się m.in. zadania wyboru wielokrotnego, zadania typu prawda-fałsz, zadania na dobieranie.

Zadania otwarte – to takie, w których zdający samodzielnie formułuje odpowiedź. Wśród zadań otwartych znajdą się m.in. zadania z luką, wymagające uzupełnienia zdania bądź krótkiego tekstu jednym lub kilkoma wyrazami oraz zadania krótkiej odpowiedzi, wymagające zredagowania krótkiego tekstu.

W arkuszu egzaminacyjnym będą występowały różnorodne materiały źródłowe, np.: fragmenty tekstów popularnonaukowych, opisy zdjęć, uproszczone rysunki i wykresy, zbiory danych (ujęte w tabeli lub podane w formie opisowej). Część materiałów źródłowych będzie miała postać słownych komentarzy do ilustracji.

W każdym poleceniu do zadania będzie występował co najmniej jeden czasownik operacyjny, wskazujący czynność, jaką powinien wykonać zdający, aby poprawnie rozwiązać zadanie.

W przypadku zadań zamkniętych będą to najczęściej czasowniki takie, jak: wybierz, zapisz, uporządkuj, przyporządkuj, ponumeruj.

W zadaniach otwartych katalog czasowników jest dużo szerszy, a precyzyjne ich zrozumienie warunkuje poprawną realizację polecenia.

Poniżej przedstawiono te czasowniki operacyjne, które są często wykorzystywane

przy konstrukcji zadań. Ten wykaz nie wyczerpuje wszystkich możliwych czynności, jakie mogą być sprawdzane na egzaminie maturalnym przy pomocy różnych typów zadań.

Podaj, wymień – zdający zapisuje w odpowiedzi nazwę lub nazwy (np. narządów, procesów, elementów budowy, gatunków) bez opisu, uzasadnienia ani wyjaśnienia.

Określ, przedstaw – za pomocą zwięzłej odpowiedzi zdający przedstawia np. istotę danego procesu czy zjawiska albo jego przyczynę, używając odpowiedniej terminologii biologicznej, na podstawie analizy materiału źródłowego lub własnej wiedzy, bez wnikania w szczegóły.

Opisz – zdający formułuje krótką odpowiedź, nie ograniczając się tylko do podania nazw,

ale również opisuje budowę (np. komórki, narządu, organizmu) lub przebieg jakiegoś procesu, zjawiska czy doświadczenia (np. następstwo wydarzeń), bez wyjaśniania przyczyn.

Wykaż, udowodnij – w bardzo krótkiej odpowiedzi zdający udowadnia, że istnieje zależność, związek (np. czasowy, przestrzenny, przyczynowo-skutkowy) między faktami biologicznymi (przyczyna – skutek, budowa – funkcja, budowa – tryb życia, budowa – środowisko, itp.), bez wnikania w przyczyny tej zależności.

Uzasadnij – za pomocą krótkiej odpowiedzi zdający podaje argumenty, czyli fakty biologiczne, przemawiające za hipotezą, tezą, stwierdzeniem, poglądem, opinią lub przeciwko nim; argument musi merytorycznie odnosić się do materiału źródłowego

w zadaniu lub wiedzy biologicznej zdającego.

Wyjaśnij – za pomocą krótkiej odpowiedzi zdający przedstawia zależności lub związki czasowe, przestrzenne, przyczynowo-skutkowe, tak aby rozpoznać przyczynę i skutek oraz wskazać drogę, która prowadzi od przyczyny do skutku.

Wybierz – zdający wybiera schemat, rysunek, wykres, tabelę na podstawie informacji przedstawionych w materiale źródłowym

Zaprojektuj – zdający zgodnie z zasadami metodologii badań biologicznych przedstawia plan doświadczenia lub obserwacji, umożliwiający weryfikację hipotezy badawczej i sformułowanie wniosków w kontekście postawionego problemu badawczego.

Sformułuj hipotezę, problem badawczy, wniosek – na podstawie przedstawionych informacji dotyczących określonego doświadczenia zdający formułuje hipotezę, problem badawczy lub wniosek odnoszący się do obiektu lub procesu badanego w doświadczeniu.

Oblicz – zdający wykonuje obliczenia i je zapisuje, stosując właściwe reguły, oraz podaje wynik z odpowiednią dokładnością i jednostką.

Zasady oceniania odpowiedzi zdających

1 Ogólne zasady oceniania rozwiązań zadań zamkniętych

Maksymalna liczba punktów za zadanie zamknięte nie przekracza 2 punktów. Zależnie od złożoności zadania rozwiązanie może być oceniane na 1 lub 2 punkty zgodnie z zasadami oceniania. Przedstawione rozwiązanie stanowi ścisły wzorzec, według którego przyznawane są punkty. Wybór większej liczby odpowiedzi niż przewidziana jest oceniany

na 0 punktów.

2. Ogólne zasady oceniania rozwiązań zadań otwartych

Zasady oceniania rozwiązań zadań otwartych określają zakres wymaganej odpowiedzi: niezbędne elementy odpowiedzi i związki między nimi.

Za rozwiązanie zadania otwartego zdający może otrzymać 1, 2 lub 3 punkty.

Za poprawne rozwiązania zadań będą przyznawane jedynie pełne punkty:

– w przypadku poleceń, za które można otrzymać maksymalnie 1 punkt, zdający otrzymuje 1 punkt tylko wtedy, gdy jego odpowiedź jest w pełni poprawna. Odpowiedź częściowo poprawna jest oceniana na 0 punktów;

– w zadaniach otwartych, za których rozwiązanie zdający otrzymuje 2 lub 3 punkty, będzie określony minimalny postęp, który w tym rozwiązaniu musi być osiągnięty, aby zdający otrzymał kolejny punkt.

Odpowiedzi nieprecyzyjne, niejednoznaczne, niejasno sformułowane uznaje się

za błędne.

Gdy do jednego polecenia zdający podaje kilka odpowiedzi, z których jedna jest poprawna, a inne – błędne, nie otrzymuje punktów za żadną z nich.

Jeżeli informacje zamieszczone w odpowiedzi (również te dodatkowe, a więc takie,

które nie wynikają z treści polecenia) świadczą o zasadniczych brakach w rozumieniu omawianego zagadnienia i zaprzeczają pozostałej części odpowiedzi stanowiącej prawidłowe rozwiązanie zadania, to za odpowiedź jako całość zdający otrzymuje 0 punktów.

Rozwiązanie zadania na podstawie błędnego merytorycznie założenia uznaje się

w całości za niepoprawne.

Rozwiązania zadań dotyczących doświadczeń (np. problemów badawczych, hipotez i wniosków) muszą się odnosić do doświadczenia przedstawionego w zadaniu

i świadczyć o jego zrozumieniu.

W rozwiązaniach zadań rachunkowych oceniane są: metoda (przedstawiony tok rozumowania), wykonanie obliczeń oraz podanie wyniku z odpowiednią dokładnością i jednostką.

Przykładowe rozwiązania zadań otwartych nie są ścisłym wzorcem oczekiwanych sformułowań. Wszystkie merytorycznie poprawne odpowiedzi spełniające warunki zadania oceniane są pozytywnie – również te nieprzewidziane jako przykładowe odpowiedzi

w schemacie punktowania.

2. Przykładowe zadania z rozwiązaniami

BIOLOGIA KOMÓRKI

Zadanie 1. (0–4)

U ssaków przeciwciała produkowane przez matkę mogą zostać przekazane potomstwu

nie tylko w czasie życia płodowego, lecz także po urodzeniu. Zawarte w mleku matki przeciwciała klasy IgG mogą przedostać się przez nabłonek jelita do krwiobiegu niemowlęcia, ale przeciwciała klasy IgA są wchłaniane do enterocytów tylko w niewielkim stopniu, gdzie są następnie trawione.

Selektywny transport przeciwciał umożliwia białko FcRn, składające się z dwóch niekowalencyjnie związanych łańcuchów: ciężkiego H oraz lekkiego L. Przechodzi ono modyfikacje potranslacyjne – do co najmniej jednego aminokwasu są dołączane reszty cukrowe. Białko FcRn pełni funkcję receptora na powierzchni błony enterocytu, a jego powinowactwo do przeciwciał jest zależne od pH środowiska. U młodych ssaków treść dwunastnicy i jelita czczego ma kwaśny odczyn, a więc niższy niż fizjologiczne pH krwi.

Poniżej przedstawiono główne etapy transportu przeciwciał ze światła dwunastnicy

do światła naczynia krążenia niemowlęcia:

1. Wprowadzenie wraz z mlekiem matki do dwunastnicy niemowlęcia przeciwciał klasy IgA i przeciwciał klasy IgG.

2. Rozpoznanie przeciwciał klasy IgG przez białka FcRn (receptory) znajdujące się w błonie powierzchni enterocytu i powstanie zagłębienia w błonie enterocytu.

3. Oderwanie się od błony enterocytu pęcherzyka zawierającego przeciwciała klasy IgG związane z białkiem oraz niezwiązane z tym receptorem przeciwciała klasy IgA.

4. Związanie przeciwciał klasy IgG z dimerami białka FcRn w wyniku zakwaszenia światła pęcherzyka i transport kompleksów w kierunku wewnętrznej błony enterocytu.

5. Transport niezwiązanych w pęcherzyku przeciwciał klasy IgA do lizosomu i ich strawienie.

6. Rozpad kompleksów przeciwciała klasy IgG – białka FcRn i uwolnienie przeciwciał klasy IgG do światła naczynia krwionośnego niemowlęcia.

Zadanie 1.1. (0–1)

Wybierz i zapisz makroelement, który może wejść w skład białka wyłącznie w wyniku modyfikacji potranslacyjnej.

A. węgiel

B. wodór

C. azot

D. tlen

E. fosfor

F. siarka

Zasady oceniania

1 pkt – za wybór właściwego makroelementu.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

E

Zadanie 1.2. (0–1)

Na podstawie przedstawionych informacji określ najwyższą rzędowość struktury

białka FcRn. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do cechy budowy tego białka.

Zasady oceniania

1 pkt – za określenie, że białko FcRn ma strukturę IV-rzędową, wraz z poprawnym

uzasadnieniem, odnoszącym się do liczby tworzących go łańcuchów polipeptydowych.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

– Białko FcRn jest białkiem o strukturze IV-rzędowej, ponieważ składa się z dwóch łańcuchów: H i L.

– FcRn ma strukturę zarówno I-, II-, III-, jak i IV-rzędową. O tej ostatniej świadczą dwa łańcuchy polipeptydowe, tzn. białka o strukturze IV-rzędowej składają się z co najmniej

dwóch łańcuchów.

Zadanie 1.3. (0–1)

Uzupełnij poniższe zdanie tak, aby powstał poprawny opis transportu przeciwciał z mleka matki przez komórkę nabłonka jelita do krwiobiegu niemowlęcia.

Zapisz jedno właściwe rozwiązanie spośród podanych A–B, oraz C–D.

Przeciwciała dostają sięz treści jelita niemowlęcia do wnętrza enterocytu na zasadzie

A. dyfuzji wspomaganej,

B.endocytozy,

a następnie wydostają się z niego do jego krwiobiegu w procesie

C. dyfuzji prostej.

D.egzocytozy.

Zasady oceniania

1 pkt – dwa poprawne uzupełnienia.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

BD

Zadanie 1.4. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego przez barierę jelitową do krwiobiegu niemowlęcia przedostają się wyłącznie przeciwciała klasy IgG, mimo że w mleku matki są zawarte także przeciwciała klasy IgA. W odpowiedzi uwzględnij rolę białka FcRn.

Zasady oceniania

1 pkt – za poprawne wyjaśnienie, uwzględniające selektywne powinowactwo białka FcRn

do przeciwciał klasy IgG i zabezpieczenie ich przed strawieniem wewnątrzkomórkowym.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

– Białko FcRn w warunkach obniżonego pH w endosomach wiąże się wyłącznie z przeciwciałami klasy IgG. Niezwiązane przeciwciała klasy IgA ulegają strawieniu w lizosomach.

– FcRn wiąże selektywnie przeciwciała IgG, co powoduje, że podlegają one w pierwszej kolejności endocytozie (w porównaniu z przeciwciałami klasy IgA). Jednakże najważniejsze jest to, że związane przeciwciała są chronione przed trawieniem wewnątrzkomórkowym.

Zadanie 2. (0–4)

Organizmy modelowe są używane m.in. do badania zależności między genami, szlakami sygnałowymi i metabolizmem. Homeostaza lipidów i glukozy jest w podobny sposób kontrolowana u bezkręgowców i ssaków – za pomocą ścieżki sygnałowej uruchamianej przez insulinę.

W celu określenia, czy dieta wysokotłuszczowa wpływa na metabolizm węglowodanów, lipidów i białek, przeprowadzono badania z wykorzystaniem identycznych genetycznie samic szczepu w1118 wywilżny karłowatej (Drosophila melanogaster)podzielonych na dwie grupy:

grupa I – osobniki hodowane na pożywce standardowej, wykorzystywanej w laboratoriach do hodowli wywilżny i zapewniającej jej wszystkie niezbędne do normalnego rozwoju składniki odżywcze;

grupa II – osobniki hodowane na pożywce standardowej, do której dodano oleju kokosowego

(pożywka o dużej zawartości tłuszczów nasyconych).

Po tygodniu oznaczono zawartość określonych metabolitów u osobników należących do każdej z grup.

W poniższych wykresach przedstawiono zawartość względną kwasów tłuszczowych (A) oraz zawartość względną wybranych metabolitów (B) w ciele much karmionych pożywką o wysokiej zawartości tłuszczów nasyconych, w porównaniu z zawartością tych związków w 1 mg masy ciała much karmionych pożywką standardową.

Na osi poziomej przedstawiono związek chemiczny, a na pionowej zawartość względną w mg masy ciała.

Legenda

– pożywka standardowa równa 1.

– pożywka o wysokiej zawartości tłuszczów nasyconych

Wykres A.

Mi – kwas mirystynowy

Pa – kwas palmitynowy

Ol – kwas oleinowy

St – kwas stearynowy

3

2

1

0 Ol Pa Mi St

Wykres B.

Cy – kwas cytrynowy

M – mocznik

Pi – kwas pirogronowy

Mo – kwas moczowy

Ml – kwas mlekowy

20

4

3

1

0 Cy M Pi Mo Ml

W tabeli 1. i 2. przedstawiono błąd standardowy oraz wyniki testów istotności statystycznej dla porównań par średnich.

Legenda dla tabeli 1. i 2.

zw – związek chemiczny

p-w – p– wartość dla porównania par średnich

bs.ps – błąd statystyczny pożywki standardowej

bs.pt – błąd statystyczny pożywki o wysokiej zawartości tłuszczów nasyconych

Tabela 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| zw. | p-w | bs.ps | bs.pt |
| Mi | < 0,001 | 0,01 | 0,05 |
| Pa | < 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| Ol | < 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| St | < 0,001 | 0,05 | 0,1 |

Tabela 2.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| zw. | p-w | bs.ps | bs.pt |
| Pi | < 0,01 | 0,15 | 0,4 |
| Ml | < 0,0001 | 0,2 | 0,01 |
| Cy | >= 0,05 | 0,15 | 0,01 |
| M | < 0,05 | 0,25 | 0,1 |
| Mo | < 0,01 | 0,1 | 0,5 |

Zadanie 2.1. (0–1)

Oceń, który z poniższych wniosków można sformułować na podstawie wyników przedstawionego doświadczenia. Po każdym numerze wniosku zapisz T (tak), jeśli wniosek jest uprawniony, albo literę N (nie) – jeśli jest nieuprawniony.

1. Dieta bogata w tłuszcze powoduje wzrost średniej zawartości badanych kwasów tłuszczowych u wywilżny karłowatej.

2. Dieta bogata w tłuszcze przyczynia się u wywilżny karłowatej do wzrostu zawartości metabolitów cyklu Krebsa, w tym – średniej zawartości kwasu cytrynowego.

3. U wywilżny karłowatej dieta bogata w tłuszcze zwiększa średnią zawartość azotowych produktów przemiany materii – mocznika i kwasu moczowego.

Zasady oceniania

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. T, 2. N, 3. T.

Komentarz

Rozwiązanie zadania 2.1. wymaga umiejętności odczytywania wyników analiz statystycznych w celu porównań par średnich. Wszystkie niezbędne informacje można odczytać z wykresów i tabel znajdujących się we wstępie do zadania. Wartości średnie z prób wyrażono w jednostkach względnych – grupa kontrolna ma zawsze wystandaryzowaną wartość średnią równą jedności, z kolei wartość średnia w próbie badawczej oznacza, ile razy większa lub mniejsza jest ona w porównaniu z próbą kontrolną. Niepewność związaną z oszacowaniem średniej na podstawie stosunkowo małej próby przedstawia się (w tabeli) w postaci błędów – tutaj wyrażają one błąd standardowy średniej (oszacowanie odchylenia standardowego średniej). Jednym ze sposobów na porównanie średnich jest analiza tych niepewności. Przy odpowiednio licznych próbach należy się spodziewać, że przedział konstruowany na zasadzie średnia z próby ± błąd standardowy będzie zawierał z prawdopodobieństwem (ufnością) około 2/3 „prawdziwą” wartość średnią, tzn. taką, jaką by otrzymano, gdyby przeprowadzono eksperyment z udziałem setek tysięcy osobników, a więc przy dużo liczniejszych próbach niż w rzeczywistym doświadczeniu. Jeżeli błędy na siebie nachodzą, to nie można z odpowiednio wysoką ufnością określić znaku różnicy średnich – na podstawie próby nie wiadomo, która z „prawdziwych” średnich jest większa, a która – mniejsza.

W tabeli podano także kody istotności statystycznej. Im niższa p-wartość, tym większe przekonanie badacza równe 1–p (nigdy nie można być pewnym na 100%), że znak różnicy między średnimi z prób jest taki sam jak znak różnicy „prawdziwych” średnich. Zwykle przyjmuje się, że p-wartość poniżej 0,05 oznacza wynik istotny statystycznie, związany z co najwyżej 5% ryzykiem błędu. Innymi słowy: niska p-wartość jest argumentem za tym, że jeżeli w próbie badawczej średnia z próby jest większa niż w próbie kontrolnej, to także „prawdziwa” średnia w próbie badawczej jest większa niż w próbie kontrolnej. Z kolei wysoka p-wartość wcale nie oznacza, że różnic między „prawdziwymi” średnimi nie ma (przy odpowiednio licznych próbach prawie zawsze stają się wyraźne choćby bardzo małe różnice). Jest to tylko informacja, że określenie znaku różnicy „prawdziwych” średnich na podstawie małej próby jest niepewne – badania nie prowadzą do żadnych konkretnych wniosków pod tym względem.

Warto zauważyć, że w przeciwieństwie do przedziału ufności wyliczonego na podstawie błędu standardowego, p-wartość nie daje żadnej informacji na temat wielkości „prawdziwej” średniej, a więc posługiwanie się wyłącznie p-wartościami wyklucza interpretację ilościową wyników eksperymentu. Jednakże dla zadania 2.1. wszystkie wnioski są jakościowe, a więc na potrzeby tego rozwiązania informację zawartą w słupkach błędów można pominąć.

Zadanie 2.2. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego doświadczenie przeprowadzono na genetycznie identycznych osobnikach tej samej płci „Drosophila melanogaster”–należących do jednego szczepu w1118.

Zasady oceniania

1 pkt – za poprawne wyjaśnienie odnoszące się do wyeliminowania zmienności genetycznej,

która mogłaby utrudnić określenie wpływu różnego pokarmu na metabolizm wywilżny.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

– Dzięki temu, że muchy były identyczne genetycznie, wyeliminowano wpływ różnych genotypów na metabolizm osobników. Jedyną różnicą pomiędzy muchami był więc rodzaj pokarmu i tylko ten czynnik miał wpływ na poziom oznaczanych metabolitów.

– Dzięki temu można mieć pewność, że różnice zaobserwowane w metabolizmie pomiędzy muchami karmionymi różnym pokarmem nie wynikały z różnic genetycznych między nimi, ale z różnic w diecie.

– Na metabolizm organizmów mogą mieć wpływ zarówno genotyp, jak i rodzaj spożywanego pokarmu. Ponieważ wszystkie muchy miały ten sam genotyp, to różniły się wyłącznie rodzajem spożywanego pokarmu i dzięki temu można było określić wpływ diety (wysokotłuszczowej) na ich metabolizm.

– Aby wykluczyć wpływ różnic genetycznych na wynik badania. Przykładowo: mogłoby się zdarzyć, że w jednej z prób użyto by nieświadomie szczepu, który ma mutację receptora insulinowego, a w drugiej – much typu dzikiego, co miałoby znaczący wpływ na otrzymane wyniki.

– Dzięki temu owady te różniły się wyłącznie badanym elementem – zawartością tłuszczów

w zastosowanej pożywce.

Zadanie 2.3. (0–1)

Określ, która grupa „Drosophila melanogaster”– I czy II – stanowiła w opisanym doświadczeniu próbę kontrolną. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do roli tej próby w interpretacji wyników doświadczenia.

Zasady oceniania

1 pkt – za wskazanie much hodowanych na pożywce standardowej (grupy I) jako grupy

kontrolnej, wraz z poprawnym uzasadnieniem, odnoszącym się do braku zastosowania w tej próbie czynnika badanego, jakim była wysoka zawartość tłuszczów nasyconych w pokarmie, oraz do określenia roli tej grupy jako poziomu odniesienia dla grupy badawczej.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań lub za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

– Grupa I, ponieważ w tej grupie nie stosowano czynnika, którego wpływ badano, czyli diety o wysokiej zawartości tłuszczów nasyconych. Po odjęciu wyników otrzymanych w tej grupie od wyników otrzymanych w grupie badawczej możliwe stało się określenie wielkości wpływu badanej diety na metabolizm.

– Próbą kontrolną była grupa I. Wyniki otrzymane w tej grupie można było porównać z wynikami otrzymanymi w II grupie i na tej podstawie określić wpływ dużej zawartości kwasów tłuszczowych na metabolizm węglowodanów, lipidów i białek.

– Osobniki hodowane na pożywce standardowej. Bez porównania wyników próby badawczej z próbą kontrolną nie byłoby wiadomo, czy badana dieta podwyższa, czy – obniża badane parametry.

Zadanie 2.4. (0–1)

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby stanowiły poprawną interpretację uzyskanych wyników opisanego doświadczenia.

Po numerze zdania zapisz jedną odpowiedź spośród A–B, C–D oraz E–F.

1. Zaobserwowany u osobników wywilżny karłowatej odżywiających się pokarmem bogatotłuszczowym

A. spadek poziomu

B. wzrost poziomu

kwasu mlekowego świadczy o

C. zmniejszeniu

D. zwiększeniu

intensywności przemian kwasu pirogronowego w cytozolu ich komórek.

2. Zaobserwowane zaburzenia w metabolizmie kwasu pirogronowego mogą być efektem zwiększonej intensywności

E. redukcji,

F. utleniania

kwasów tłuszczowych, jako że w wyniku tego procesu powstaje acetylokoenzym A, dostarczający grupy acetylowe do cyklu Krebsa.

Zasady oceniania

1 pkt – za wszystkie poprawne uzupełnienia.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

BDF

Zadanie 3. (0–3)

Paklitaksel to związek chemiczny wyizolowany z kory cisa krótkolistnego (Taxus brevifolia). Stosuje się go w leczeniu m.in. raka sutka, jajnika i płuc. Działanie paklitakselu polega na stabilizacji mikrotubul i zahamowaniu ich depolimeryzacji, co uniemożliwia ich skracanie. Apigenina jest flawonem występującym m.in. w kwiatach rumianku, pietruszce i selerze.

Poniżej przedstawiono tabelę ilustrującą odsetek komórek nowotworowych, które pozostały

żywe po 24 godzinach od podania paklitakselu (Pak), apigeniny (Api) lub obu związków razem (Pak i Api).

Legenda

ż. ko – udział żywych komórek w %

os. – odchylenie standardowe

p-w. – p–wartość dla porównania z grupą 1.

1. – bez Pak lub Api

2. – z Pak (4 nM)

3. – z Api (15 nM)

4. – z Pak (4 nM) i z Api (15 nM)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Grupa | ż. ko | os | p-w |
| 1. | 100 | 1 | nie dotyczy |
| 2. | 88 | 2 | p < 0,01 |
| 3. | 82 | 1 | p < 0,01 |
| 4. | 45 | 3 | p < 0,01 |

Zadanie 3.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Zapisz odpowiedź spośród A–C oraz jej uzasadnienie spośród 1–3.

Paklitaksel jest przyczyną zatrzymania cyklu komórkowego w fazie

A. S,

B. G2,

C. M,

ponieważ

1. chromatydy siostrzane nie mogą być rozdzielone.

2. hamuje on syntezę DNA.

3. powoduje on wydłużanie mikrotubul.

Zasady oceniania

1 pkt – za poprawne dokończenie zdania i jego poprawnego uzasadnienia.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

C1

Zadanie 3.2. (0–2)

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstał poprawny opis interpretacji wyników badania przedstawionych w tabeli.

Po numerze zdania zapisz jedną odpowiedź spośród A–B, C–D i E–F oraz G–H.

1. Paklitaksel i apigenina podane razem powodują, że po 24 godzinach przeżywa średnio około

A. 50% komórek.

B. 80% komórek.

2. Na podstawie wyników badania można stwierdzić, że podanie paklitakselu i apigeniny C. razem

D. oddzielnie

będzie – średnio rzecz biorąc – skuteczniejsze w terapii raka niż podawanie ich

E. razem.

F. oddzielnie.

3. Istotność statystyczna różnic w przeżywalności komórek we wszystkich wariantach badawczych w stosunku do próby kontrolnej

G. pozytywnej

H. negatywnej

wynosiła p < 0,01.

Zasady oceniania

2 pkt – za cztery poprawne uzupełnienia.

1 pkt – za trzy poprawne uzupełnienia.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

ACFH

Uwaga: Odpowiedni komentarz związany z interpretacją znaczenia p–wartości znajduje się przy zadaniu 2.1.

RÓŻNORODNOŚĆ I FUNKCJONOWANIE ORGANIZMÓW

Zadanie 4. (0–2)

Gruźlica jest chorobą zakaźną wywołaną przez bakterie – prątki gruźlicy (Mycobacterium tuberculosis). Najczęściej zakażenie obejmuje płuca, ale prątki gruźlicy mogą docierać do wszystkich narządów i tkanek, a w pewnych okolicznościach – wywołać chorobę, która rozwija się u 5–10% osób zakażonych prątkami.

Szczepionka BCG (Bacillus Calmette-Guérin) zawiera żywe, osłabione prątki bydlęce (Mycobacterium bovis). Szczepionki BCG są uważane za bezpieczne. Odczyny poszczepienne występują bardzo rzadko, a jeżeli występują, to są niebolesne oraz mają tendencję do samowygojenia. Z uwagi na możliwość rozwoju infekcji, szczepionek zawierających żywe bakterie nie należy jednak aplikować osobom o obniżonej odporności, np. przyjmującym leki immunosupresyjne po przeszczepach narządów. Szczepienie BCG chroni niemowlęta i dzieci przed najcięższą postacią gruźlicy, tj. gruźliczym zapaleniem opon mózgowo-rdzeniowych. Jednakże tylko część badań wykazała skuteczność szczepionki BCG w zapobieganiu gruźlicy płuc.

Prątki mają nietypową budowę ściany komórkowej – odmienną zarówno od bakterii Gram-ujemnych, jak i Gram-dodatnich. Zewnętrzna błona jest stosunkowo gruba i leży na warstwie lipidów złożonych głównie z kwasu mikolowego. Te dwie zewnętrzne warstwy tworzą barierę nieprzepuszczalną dla wielu leków przeciwbakteryjnych, np. dla powszechnie stosowanych antybiotyków β-laktamowych.

Zadanie 4.1. (0–1)

Poniższym opisom budowy struktur (A–C) otaczających komórkę prokariotyczną przyporządkuj odpowiednią grupę bakterii spośród 1.–4.

Opis budowy struktur (kolejno występujące elementy):

A. – błona wewnętrzna, cienka warstwa mureiny, błona zewnętrzna zawierająca poryny

i system wielolekooporności oraz wystające na zewnątrz – łańcuchy lipoplisacharydów;

B. – błona wewnętrzna, gruba warstwa mureiny z wystającymi na zewnątrz łańcuchami kwasu lipotechojowego;

C. – błona wewnętrzna, cienka warstwa mureiny, cienka warstwa arabinogalaktanu, cienka warstwa kwasu mikolowego, błona zewnętrzna z porynami.

Bakterie:

1. prątki

2. bakterie Gram-ujemne

3. bakterie Gram-dodatnie

4. bakterie pozbawione ściany komórkowej

Zasady oceniania

1 pkt – za prawidłowe przyporządkowanie odpowiednich grup bakterii do wszystkich opisów budowy ściany komórkowej.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

A. 2.

B. 3.

C. 1.

Uwaga: Uznawane jest wpisanie nazw grup bakterii.

Zadanie 4.2. (0–1)

Oceń, czy poniższe informacje dotyczące gruźlicy i jej zapobiegania są prawdziwe. Po każdym numerze zapisz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo literę F – jeśli jest fałszywa.

1. Zakażenie prątkiem gruźlicy najczęściej przebiega bezobjawowo.

2. Szczepionka BCG może być niebezpieczna dla osób z obniżoną odpornością.

3. Podstawowym celem podawania szczepionki BCG jest zapobieganie gruźlicy płuc.

Zasady oceniania

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. P, 2. P, 3. F

Zadanie 5. (0–3)

W celu wykazania, że intensywność fermentacji alkoholowej przeprowadzanej przez drożdże piekarnicze zależy od warunków środowiskowych, uczniowie przygotowali trzy różne zestawy doświadczalne (A–C), opisane poniżej. W skład każdego z nich wchodziła kolba wypełniona zawiesiną drożdży w wodnym roztworze cukru (glukozy), ale inny był sposób zamknięcia naczynia lub kolba pozostała otwarta.

W zestawie doświadczalnym:

A. – kolba pozostała otwarta,

B. – kolba szczelnie zamknięta gumowym korkiem,

C. – kolba zamknięta gumowym korkiem, w którym umieszczono szklaną rurkę. Szklana rurka zawierała wewnątrz wodny korek, w którym widoczne były pęcherzyki ulatniającego się gazu.

Wszystkie trzy zestawy były regularnie wytrząsane i utrzymywane w temperaturze 30 °C – optymalnej dla wzrostu drożdży.

Zadanie 5.1. (0–2)

Określ, w którym zestawie (A–C) fermentacja alkoholowa zachodziła z najmniejszą intensywnością, a w którym – z największą. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do warunków panujących w każdym z zestawów.

Fermentacja zachodziła z:

1. najmniejszą intensywnością w zestawie …, ponieważ  … .

2. największą intensywnością w zestawie …, ponieważ … .

Zasady oceniania

2 pkt – za wskazanie w punkcie pierwszym zestawu A i poprawne uzasadnienie, odnoszące się do warunków tlenowych, oraz wskazanie w punkcie drugim zestawu C i poprawne uzasadnienie, odnoszące się do warunków beztlenowych oraz do braku ograniczania reakcji przez kumulację dwutlenku węgla.

1 pkt – za prawidłowe wskazanie zestawu wraz z prawidłowym uzasadnieniem tylko w jednym z punktów.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

1. Fermentacja zachodziła z najmniejszą intensywnością w zestawie A, ponieważ:

– w kolbie panowały warunki tlenowe.

– roztwór w kolbie był dobrze napowietrzony, a więc drożdże oddychały (głównie) tlenowo.

2. Fermentacja zachodziła z największą intensywnością w zestawie C, ponieważ:

– panowały w niej warunki beztlenowe, a powstający dwutlenek węgla mógł się ulatniać.

– nie dochodziło w niej do kumulacji wydzielającego się dwutlenku węgla, który zakwaszałby pożywkę, a jednocześnie nie było dostępu tlenu.

Zadanie 5.2. (0–1)

Uzupełnij poniższe etapy (1–3) opisujące jakościowo proces fermentacji alkoholowej. Wybierz spośród wymienionych poniżej właściwe związki chemiczne. Po numerze etapu napisz nazwy związków w odpowiednie luki (we właściwej formie gramatycznej).

Związki chemiczne:

pirogronian, dwutlenek węgla, NADH + H+, ATP

Etapy:

1. glikoliza – rozkład glukozy do .…, sprzężony z fosforylacją substratową, w której

z ADP + Pi powstaje …. .

2. dekarboksylacja kwasu pirogronowego, w wyniku której powstaje aldehyd octowy

oraz … .

3. redukcja aldehydu octowego do etanolu przy udziale .… .

Zasady oceniania

1 pkt – za prawidłowe uzupełnienie luk we wszystkich etapach fermentacji alkoholowej.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. pirogronianu, ATP

2. dwutlenku węgla

3. NADH + H+

Komentarz

W warunkach tlenowych komórki eukariotyczne przeprowadzają syntezę ATP głównie w procesie fosforylacji oksydacyjnej, zachodzącej w mitochondriach. Drożdże z rodzaju Saccharomyces w warunkach tlenowych przeprowadzają także fermentację alkoholową. Uważa się, że cecha ta umożliwia komórkom drożdży skuteczniejszą kolonizację środowiska, ze względu na bakteriostatyczny efekt ostatecznego produktu fermentacji alkoholowej – alkoholu etylowego. Od nazwiska odkrywcy tej szczególnej cechy metabolicznej komórek drożdży, określa się ją efektem Crabtree.

W zadaniu 5.1. zdający powinien ilościowo ocenić intensywność fermentacji alkoholowej. W zestawie A drożdże oddychają tlenowo, ale z powodu efektu Crabtree obserwuje się także fermentację alkoholową. Zamknięcie wlotu kolby w zestawie B po pewnym czasie spowoduje, że komórki drożdży przejdą z oddychania tlenowego na fermentację alkoholową. Można się spodziewać, że ze względu na warunki beztlenowe w zestawie B intensywność fermentacji alkoholowej będzie większa niż w zestawie A. Należy jednak zwrócić uwagę, że dwutlenek węgla będący produktem oddychania tlenowego gromadzi się wewnątrz kolby, co skutkuje m.in. zakwaszeniem zawiesiny drożdży. W zestawie C będzie najintensywniejsza fermentacja alkoholowa, ponieważ tlen z atmosfery nie będzie swobodnie przedostawać się do zawiesiny drożdży, ale za to dwutlenek węgla będzie miał ujście z kolby i nie będzie powodował zakwaszenia pożywki. Komórki drożdży będą miały więc względnie stałe warunki i będą prowadzić intensywną fermentację alkoholową w warunkach beztlenowych.

Do rozwiązania zadania jest potrzebna stosunkowo szczegółowa wiedza, ale opisany eksperyment znajduje się na liście obowiązkowych obserwacji i doświadczeń ujętych w nowej podstawie programowej.

Zadanie 6. (0–4)

Zielenica „Scenedesmus subspicatus” może być jednokomórkowa lub tworzyć 2-, 4- lub

8-komórkowe kolonie. Postawiono hipotezę, że forma morfologiczna glonu wynika z presji roślinożercy.

Aby przetestować tę hipotezę, przeprowadzono następujący eksperyment. Dodano do wody sole mineralne i rozpoczęto hodowlę „S. subspicatus”w warunkach sztucznego oświetlenia i stałej temperatury równej 20 °C. Po sześciu dniach populacja składała się prawie wyłącznie z formy jednokomórkowej o rozmiarach 6–8 × 4–5 µm w zagęszczeniu

około 20 tys. komórek/ml.

Na tym etapie hodowlę podzielono na cztery części i umieszczono w osobnych naczyniach o objętości 100 ml. Do dwóch z nich dodano po jednym osobniku „Daphnia magna” – skorupiaka o wielkości około 3 mm, który w warunkach naturalnych żywi się fitoplanktonem. Pozostałe warunki hodowli nie uległy zmianie. We wszystkich czterech próbach codziennie sprawdzano gęstość hodowli oraz udział poszczególnych form morfologicznych.

Wyniki eksperymentu przedstawiono w poniższych tabelach w postaci średnich oraz zakresu zmienności w dwóch powtórzeniach.

Legenda do obu tabel

t – czas w godzinach

kom. – komórki

śr. l. k. ± z – średnia liczba komórek wraz z zakresem (zakres zmienności w dwóch powtórzeniach) w tys./ml

Próba kontrolna

|  |  |
| --- | --- |
| t | śr. l. k ±z |
| 0 | 1 kom. 20 ±0 |
| 20 | 1 kom. 47 ±20 |
| 44 | 1 kom. 72 ±27 |
| 68 | 1 kom. 102 ±27 |
| 92 | 1 kom. 188 ±23  2 kom. 12 ±0 |
| 116 | 1 kom. 343 ±27  2 kom. 11 ±0  4 kom. 14 ±0 |
| 140 | 1 kom. 462 ±21  2 kom. 21 ± 0  4 kom. 16 ± 0  8 kom. 12 ±0 |
| 164 | 1 kom. 800 ±35  2 kom. 15 ± 0  4 kom. 55 ± 17  8 kom. 12 ±0 |

Próba badawcza

|  |  |
| --- | --- |
| t | śr. l. k ±z |
| 0 | 1 kom. 20 ±0 |
| 20 | 1 kom. 47 ±10  2 kom. 5 ±0  4 kom. 8 ±0 |
| 44 | 1 kom. 49 ±12  4 kom. 24 ±6  8 kom. 47 ±17 |
| 68 | 1 kom. 89 ±19  2 kom. 6 ±0  4 kom. 30 ±10  8 kom. 132 ±13 |
| 92 | 1 kom. 55 ±27  2 kom. 34 ±13  4 kom. 40 ±16  8 kom. 296 ±27 |
| 116 | 1 kom. 124 ±27  2 kom. 55 ±25  4 kom. 111 ±17  8 kom. 342 ±42 |
| 140 | 1 kom. 220 ±20  2 kom. 43 ±12  4 kom. 158 ±27  8 kom. 900 ±27 |
| 164 | 1 kom. 158 ±27  2 kom. 60 ±7  4 kom. 252 ±20  8 kom. 468 ±27 |

Zadanie 6.1. (0–1)

Sformułuj wniosek na podstawie przedstawionych wyników doświadczenia.

Zasady oceniania

1 pkt – za poprawnie sformułowany wniosek, odnoszący się do stymulującego wpływu „Daphnia magna” na rozwój kolonii u „Scenedesmus subspicatus”.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

– Presja „D. magna” prowadzi do formowania się kolonii u „S. subspicatus”.

– „Scenedesmus subspicatus”odpowiada na presję „D. magna”zwiększeniem rozmiarów kolonii.

– Obecność „Daphnia magna” jest przyczyną grupowania się komórek w kolonie

u „S. subspicatus”.

Zadanie 6.2. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego prowadzono hodowlę „S. subspicatus” także bez obecności „D. magna”. W odpowiedzi uwzględnij znaczenie tej próby w interpretacji wyników doświadczenia.

Zasady oceniania

1 pkt – za poprawne wyjaśnienie, odwołujące się do konieczności porównania wyników

z próby badawczej z próbą kontrolną.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

– Porównanie wyników z próby badawczej z próbą bez roślinożercy pozwala się upewnić, czy zmiany w próbie badawczej na pewno zostały wywołane badanym czynnikiem.

– Ta próba pozwala sprawdzić, czy oprócz presji skorupiaka nie działał inny dodatkowy czynnik.

Zadanie 6.3. (0–2)

Wyjaśnij, dlaczego dla utrzymania hodowli „S. subspicatus” konieczne jest:

1. włączenie oświetlenia … .

2. dodanie do wody soli mineralnych… .

Zasady oceniania

2 pkt – za poprawne wyjaśnienie znaczenia oświetlenia, uwzględniające jego rolę w procesie fotosyntezy, oraz za poprawne wyjaśnienie znaczenia soli mineralnych, uwzględniające odżywianie mineralne roślin.

1 pkt – za poprawne wyjaśnienie wyłącznie znaczenia oświetlenia lub poprawne wyjaśnienie wyłącznie znaczenia soli mineralnych.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

1. Włączenie oświetlenia:

– zielenice są fotoautotrofami – potrzebują światła do prowadzenia fotosyntezy i wzrostu.

– światło jest źródłem energii niezbędnej do asymilacji CO2 przez te glony.

2. Dodanie do wody soli mineralnych:

– dostarcza pierwiastków koniecznych do wzrostu, które nie są pobierane w procesie fotosyntezy.

– sole mineralne dostarczają azotu, fosforu i siarki koniecznych do budowy białek i kwasów nukleinowych.

Komentarz

Błędy w tabelach zazwyczaj oznaczają błąd standardowy średniej lub odchylenie standardowe. W tym przypadku jest inaczej – jest to „zakres zmienności w dwóch powtórzeniach”, a więc wartość minimalna i wartość maksymalna. Pośrodku takiego przedziału znajduje się wartość średnia z dwóch powtórzeń eksperymentu. Badacze zazwyczaj stosują większą liczbę prób (powtórzeń), ale czasami ze względów finansowych lub organizacyjnych badania prowadzi się na mniejszą skalę. Jeżeli – jak w tym przypadku – zmienność między powtórzeniami jest niewielka w porównaniu do efektu wywoływanego przez badany czynnik, to z takich badań można od razu wyciągnąć wnioski. W innym przypadku przeprowadzony eksperyment należałoby potraktować jako pilotażowy, a wnioskowanie – odroczyć do momentu uzyskania wyników z udziałem większej liczby powtórzeń.

Zadanie 7. (0–4)

Safranina i zieleń świetlista wybarwiają związki budulcowe ścian komórkowych roślin

na różne kolory. Jednoczesne użycie obu barwników pomaga ocenić stopień zdrewnienia ścian komórkowych różnych tkanek.

Wykonano zdjęcie, na którym przedstawiono wybarwiony za pomocą safraniny i zieleni świetlistej przekrój przez wiązkę przewodzącą kukurydzy – rośliny jednoliściennej. Literami A, B i C oznaczono elementy trzech tkanek. Ściany komórkowe elementów A i C wybarwiły się na czerwono, a elementu B – na niebieskozielono.

Zadanie 7.1. (0–2)

Elementom tkanek budujących tę wiązkę, oznaczonych literami A–C na wykonanym zdjęciu, przyporządkuj odpowiednie nazwy komórek wybrane spośród 1.–4.

1. człon naczynia

2. człon rurki sitowej

3. komórka miękiszowa

4. włókno sklerenchymatyczne

A. …

B. …

C. …

Zasady oceniania

2 pkt – za prawidłowe przyporządkowanie nazw komórek trzem oznaczeniom literowym.

1 pkt – za prawidłowe przyporządkowanie nazw komórek dwóm oznaczeniom literowym.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

A. 4.

B. 2.

C. 1.

Uwaga: Uznawane jest wpisanie nazw elementów tkanek.

Zadanie 7.2. (0–1)

Uzupełnij poniższe zdanie tak, aby powstał poprawny opis budowy elementów wiązki przewodzącej.

Zapisz jedną odpowiedź spośród A–B, C–D oraz E–F.

Człony rurek sitowych można zidentyfikować po tym, że ich ściany komórkowe są znacznie A. cieńsze

B. grubsze

od ścian członów naczyń oraz od komórek

C. sklerenchymy,

D. miękiszu,

a ponadto

E. towarzyszą

F. nie towarzyszą

im komórki przyrurkowe.

Zasady oceniania

1 pkt – za wszystkie poprawne uzupełnienia.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

ACE

Zadanie 7.3. (0–1)

Dokończ zdanie. Zapisz odpowiedź spośród A–B oraz jej uzasadnienie spośród 1–3.

Na podstawie opisu zdjęcia można wnioskować, że lignina wybarwiła się na kolor

A. czerwony,

B. niebieskozielony,

ponieważ ligniną są wysycone ściany komórek

1. członów naczyń i sklerenchymy.

2. rurek sitowych i miękiszu.

3. członów naczyń i rurek sitowych.

Zasady oceniania

1 pkt – za zapisanie poprawnego dokończenia zdania i jego poprawnego uzasadnienia.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

A1

Komentarz

W wiązce zadań wykorzystano kolor jako informację o składzie ściany komórkowej. Słowny opis barwienia podano także w tekście, aby umożliwić prawidłowe rozwiązanie osobom nierozróżniającym barw. Wykonując zadanie 7.1., zdający jedynie rozpoznaje przedstawione na zdjęciu tkanki roślinne. Co ważne, dokonuje tego na podstawie fotografii rzeczywistego preparatu, a nie – uproszczonego schematu. Aby rozwiązać zadanie 7.2., zdający powinien określić cechy budowy rurek sitowych, które pozwalają na ich identyfikację na tym zdjęciu. W zadaniu 7.3., odwołując się do swej wiedzy o składzie ścian drewna i sklerenchymy, zdający powinien wskazać barwę, którą przyjmuje lignina.

Zadanie 8. (0–2)

Pobrany przez sukulenta – opuncję figową (Opuntia ficus-indica), pochodzącą z Ameryki Południowej, dwutlenek węglajest wstępnie wiązany do kwasu fosfoenolopirogronowego (PEP) i magazynowany w postaci czterowęglowego jabłczanu w wakuolach komórek miękiszu asymilacyjnego. Gdy w tych komórkach możliwe jest wytworzenie siły asymilacyjnej, jabłczan jest transportowany do cytozolu i podlega reakcji dekarboksylacji. Pochodzący z tej reakcji dwutlenek węgla wiązany jest w cyklu Calvina‑Bensona w chloroplastach tej komórki.

Przeprowadzono doświadczenie, w którym określono bilans pochłaniania CO2, będący różnicą między pochłanianiem CO2 z atmosfery a jego wydzielaniem oraz przewodność szparkową, która wyraża natężenie transpiracji poprzez aparaty szparkowe u opuncji figowej*.* Obserwację prowadzono przez 24 godziny, w czasie których roślina była zarówno wystawiona na działanie światła, jak i przetrzymywana w ciemności. Okres ciemności był pierwszym, któremu poddawano roślinę.

Zaobserwowano dobowe fluktuacje bilansu pochłania CO2 i przewodności szparkowej:

– W okresie 6 godzin ciemności bilans pochłaniania CO2 z atmosfery spadał z maksymalnej wartości 10 µmol CO2 m-2 s-1 do wartości bliskiej 0 µmol CO2 m-2 s-1 (na początku 12 godzinnego okresu światła). W tym okresie ciemności spadała również przewodność szparkowa z wartości bliskiej 97 mmol H2O m-2 s-1 do  wartości bliskiej 0 mmol H2O m-2 s-1.

– Przez okres działania światła (12 godzin) bilans pochłaniania CO2 z atmosfery był bliski

0 µmol CO2 m-2 s-1, przewodność szparkowa była także bliska wartości 0 mmol H2O m-2 s-1.

– W kolejnym 6 godzinnym okresie działania ciemności bilans pochłaniania CO2 z atmosfery rósł do wartości 10 µmol CO2 m-2 s-1, w tym okresie rosła także przewodność szparkowa do wartości bliskiej 97 mmol H2O m-2 s-1.

Zadanie 8.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Zapisz odpowiedź spośród A–B oraz jej uzasadnienie spośród 1–3.

Na podstawie przedstawionych informacji można stwierdzić, że opuncja figowa, ze względu na rodzaj przeprowadzanej fotosyntezy, należy do roślin typu

A. C4,

B. CAM,

ponieważ

1. wtórnym produktem wiązania CO2 w chloroplastach jest związek czterowęglowy.

2. u tej rośliny wstępne wiązanie CO2 zachodzi w nocy, a wiązanie CO2 w cyklu Calvina-Bensona – w dzień.

3. u tej rośliny pierwotne i wtórne wiązanie CO2 jest rozdzielone przestrzennie – zachodzi w różnych typach komórek.

Zasady oceniania

1 pkt – za zapisanie poprawnego dokończenia zdania i jego poprawnego uzasadnienia.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

B2

Zadanie 8.2. (0–1)

Oceń, czy poniższe informacje dotyczące opuncji figowej są prawdziwe. Po każdym numerze zapisz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo literę F – jeśli jest fałszywa.

1. W nocy, gdy aparaty szparkowe pozostają otwarte, utrata CO2 pochodzącego z mitochondrialnych procesów oddychania przewyższa ilość pochłanianego CO2.

2. Zamknięte w ciągu dnia aparaty szparkowe ograniczają utratę wody na drodze transpiracji, dzięki czemu możliwe staje się prowadzenie oszczędnej gospodarki wodnej.

3. Zamknięcie aparatów szparowych w ciągu dnia w dużym stopniu ogranicza utratę odłączonego od kwasu jabłkowego CO2 do atmosfery.

Zasady oceniania

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. F, 2. P, 3. P.

Zadanie 9. (0–2)

U owadów i wijów funkcję transportu gazów oddechowych oraz wymiany gazowej pełni układ tchawkowy. System rozgałęzionych tchawek doprowadza tlen do każdej komórki ciała. Powietrze wchodzi do tchawek przez otwory (przetchlinki) na powierzchni ciała i przedostaje się do mniejszych rurek zwanych tracheolami. Tracheole zlokalizowane blisko komórki są zamknięte, a ich ślepe zakończenia wypełnione są płynem.

Zadanie 9.1. (0–1)

Na podstawie tekstu przedstaw, w jaki sposób tracheole usprawniają wymianę gazową między tchawkami a komórkami ciała.

Zasady oceniania

1 pkt – za poprawne przedstawienie roli tracheoli w wymianie gazowej, uwzględniające obecność płynu w tracheolach i możliwość rozpuszczenia w nim gazów oddechowych, lub za podanie, że tracheole są silnie rozgałęzione, co zwiększa powierzchnię wymiany gazowej.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

– Tracheole są wypełnione płynem, w którym rozpuszczają się gazy oddechowe, co ułatwia ich dyfuzję.

– Tracheole są rozgałęzione i tworzą dużą powierzchnię wymiany gazowej, co usprawnia dyfuzję gazów oddechowych.

Zadanie 9.2. (0–1)

Oceń, czy poniższe informacje dotyczące porównania owadów i wijów są prawdziwe. Po każdym numerze zapisz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo literę F – jeśli jest fałszywa.

1. Owady, podobnie jak wije, wykazują metamerię heteronomiczną.

2. Zarówno owady, jak i wije mają jedną parę czułków.

3. Owady przechodzą rozwój prosty lub złożony, a wije – tylko prosty.

Zasady oceniania

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. P, 2. P, 3. F

Zadanie 10. (0–3)

Mioglobina jest białkiem występującym w mięśniach kręgowców. U ssaków nurkujących

służy jako magazyn tlenu: pozwala na pracę mięśni w warunkach chwilowego niedotlenienia całego organizmu.

Obecność mioglobiny w mięśniach pozostałych ssaków wpływa przede wszystkim naefektywność dyfuzji tlenu z krwi do mięśni. Za transportowanie tlenu przez krew – przyłączanie go w płucach i uwalnianie w tkankach, odpowiada hemoglobina. Oba białka oddechowe wiążą odwracalnie tlen cząsteczkowy. Różnią się powinowactwem do tlenu. Ich zdolność wiązania się z tlenem oraz jego uwalniania zależy od wielu czynników, m.in. ciśnienia parcjalnego tlenu i dwutlenku węgla, temperatury, a w przypadku hemoglobiny – od pH krwi.

Zależność między ciśnieniem parcjalnym tlenu (pO2) a ilością związanego tlenu obrazują krzywe wysycenia tlenem: mioglobiny (1.) i hemoglobiny (2.)

Na osi poziomej znajduje się ciśnienie pO2 w mm Hg, a na poziomej – procent wysycenia tlenem.

– mioglobina

– hemoglobina

0 20 40 60 80 100 120 140

100  
  
 80

60

40

20

Poniżej zamieszczono opisy tych krzywych.

1. Krzywa wysycenia mioglobiny.

Mioglobina skutecznie wiąże O2 przy pO2 naczyń włosowatych płuc (100 mmHg). Mioglobina oddaje tylko niewielką część zmagazynowanego tlenu przy pO2 typowym dla pracujących mięśni (20 mm Hg) czy innych tkanek (40 mm Hg). Oddaje tlen komórkom mięśniowym wtedy, gdy jego stężenie w komórkach jest niskie.

2. Krzywa wysycenia hemoglobiny w temperaturze 38 °C przy pH =7,4 przebiega w sposób:

– przy pO2 =10 mm Hg w pełnej krwi wysycone tlenem jest 13,5% hemoglobiny,

– przy pO2 równym 50 mm Hg wysycone tlenem jest 83,5% hemoglobiny,

– przy pO2 100 mm Hg wysycone tlenem jest 97,5% hemoglobiny.

Kształt krzywej wysycenia hemoglobiny zależy również od pH krwi. Przy obniżeniu pH – krzywa wysycenia hemoglobiny przesuwa się w prawo ku dołowi, co oznacza, że więcej jest tlenu uwalniane, natomiast przy pH wyższym – przesuwa się w lewo i ku górze, co oznacza, że hemoglobina łatwiej przyłącza tlen.

Zadanie 10.1. (0–1)

Określ, jaki wpływ na dyfuzję tlenu z krwi do włókien mięśniowych ma mioglobina występująca w cytozolu tych komórek. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do przedstawionych informacji w tekście.

Zasady oceniania

1 pkt – za określenie, że mioglobina zwiększa efektywność dyfuzji tlenu z krwi do włókien

mięśniowych, wraz z uzasadnieniem odnoszącym się do większego powinowactwa

mioglobiny do tlenu w porównaniu z hemoglobiną.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

– Obecność mioglobiny zwiększa efektywność dyfuzji tlenu z krwi do włókien mięśniowych, ponieważ mioglobina ma powinowactwo do tlenu większe od hemoglobiny.

– Mioglobina usprawnia dyfuzję tlenu z krwi do mięśni, ponieważ ma większe powinowactwo do tlenu niż hemoglobina.

– Mioglobina ma większe powinowactwo do tlenu i dzięki temu wiąże tlen nawet przy niskim pO2 w komórkach mięśni, dzięki czemu zwiększa dyfuzję tlenu z krwi do mięśni.

– Mioglobina ma większe powinowactwo do tlenu od hemoglobiny, dzięki czemu przejmuje tlen od hemoglobiny i go magazynuje.

Zadanie 10.2. (0–1)

Uzupełnij poniższe zdanie tak, aby w poprawny sposób opisywało ono procesy wymiany gazowej zachodzące w płucach człowieka.

Zapisz jedną odpowiedź spośród A–B oraz C–D.

Podczas wymiany gazowej w płucach człowieka dyfuzja CO2 z krwido pęcherzyków płucnych jest przyczyną

A. wzrostu

B. spadku

pH krwi, a dzięki temu następuje

C. wzrost

D. spadek

powinowactwa hemoglobiny do tlenu.

Zasady oceniania

1 pkt – za wszystkie poprawne uzupełnienia.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

AC

Zadanie 10.3. (0–1)

Uzupełnij poniższy schemat tak, aby poprawnie ilustrował drogę tlenu z powietrza pęcherzykowego, aż do jego wykorzystania w procesie tlenowego oddychania wewnątrzkomórkowego.

Napisz w lukach 2 – 4 właściwe nazwy związków chemicznych wybrane z poniższych.

oksymioglobina, oksyhemoglobina, mitochondrium

1. tlen cząsteczkowy → ----2. → ----3. → ----4.

Zasady oceniania

1 pkt – za poprawne uporządkowanie wszystkich nazw związków chemicznych.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. tlen cząsteczkowy

2. oksyhemoglobina

3. oksymioglobina

4. mitochondrium

Zadanie 11. (0–3)

Białko prionowe (PrP) w neuronach ssaków może występować w dwóch formach przestrzennych: sfałdowanej prawidłowo oraz sfałdowanej nieprawidłowo. Nie poznano dotąd funkcji formy prawidłowej, natomiast forma nieprawidłowa jest przyczyną chorób prionowych, np. choroby Creutzfeldta-Jakoba.

W celu określenia funkcji białka PrP w neuronie hodowano myszy o genotypie dzikim (PrP+/+) oraz myszy z nieaktywnymi obiema kopiami genu kodującego badane

białko (PrP-/-). Z myszy wyizolowano neurony i zmierzono czas trwania depolaryzacji

i repolaryzacji. Wyniki eksperymentu przedstawiono na poniższych wykresach 1 i 2.

Wykres 1.

Na osi poziomej przedstawiono genotyp PrP+/+ i PrP-/-, a na osi pionowej – czas depolaryzacji w ms. Błąd standardowy czasu depolaryzacji dla genotypu PrP+/+ wynosi ±3 ms, a dla genotypu PrP-/-wynosi ±2 ms.

p–wartość dla porównania średnich dla obu genotypów wynosi p > 0,05

30

20

10

PrP+/+

PrP-/-

Wykres 2.

Na osi poziomej przedstawiono genotyp PrP+/+ i PrP-/-, a na osi pionowej czas repolaryzacji

w ms. Błąd standardowy czasu repolaryzacji dla genotypu PrP+/+ wynosi ±2 ms, a dla genotypu PrP-/- wynosi ±3 ms. Wartość p dla obu genotypów wynosi p < 0,001

40

30

20

PrP+/+

PrP-/-

W plemieniu Fore z Papui-Nowej Gwinei dawniej występowała choroba kuru,będąca odmianą choroby Creutzfeldta-Jakoba. Choroba rozprzestrzeniała się, ponieważ w tym plemieniu praktykowano rytualny kanibalizm zmarłych. Po zaprzestaniu tych praktyk ustały przypadki nowych zachorowań. U części członków tego plemienia wykryto allel genu kodującego PrP – całkowicie eliminujący ryzyko zachorowania na chorobę Creutzfeldta-Jakoba. Tego allelu nie znaleziono dotychczas w innych ludzkich populacjach.

Zadanie 11.1. (0–2)

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstał poprawny wniosek dotyczący wpływu białka PrP na czas depolaryzacji i repolaryzacji neuronu.

Po numerze zdania zapisz jedną odpowiedź spośród A–B, C–D, E–F oraz G–H.

1. Białko PrP

A. skraca

B. wydłuża

średni czas

C. depolaryzacji

D. repolaryzacji

błony neuronu, ponieważ średni czas w próbie badawczej był istotnie statystycznie

E. krótszy

F. dłuższy

od czasu w próbie kontrolnej.

2. Natomiast ustalenie, czy białko PrP skraca, czy – wydłuża średni czas

G. depolaryzacji,

H. repolaryzacji,

nie jest możliwe ze względu na zbyt małe różnice między średnimi w próbie badawczej i kontrolnej.

Zasady oceniania

2 pkt – za cztery poprawne uzupełnienia.

1 pkt – za trzy poprawne uzupełnienia.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. ADF

2. G

Zadanie 11.2. (0–1)

Oceń, czy poniższe informacje dotyczące choroby „kuru” są prawdziwe. Po każdym numerze zapisz literę P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo literę F – jeśli jest fałszywa.

1. Korzystne mutacje chroniące przed „kuru”powstaływ DNA w wyniku rytualnego kanibalizmu osób zmarłych na tę chorobę.

2. Allel chroniący przed zachorowaniem na „kuru”prawdopodobnie zwiększył swoją częstość wśród ludu Fore dzięki doborowi naturalnemu.

3. Wskutek zaprzestania kanibalizmu wśród Fore allel chroniący przed „kuru” stracił znaczenie adaptacyjne, ale może się utrzymać dzięki dryfowi genetycznemu.

Zasady oceniania

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. F, 2. P, 3. P.

Komentarz

Tekst o prionach wykorzystano do sprawdzenia umiejętności wnioskowania statystycznego oraz wiedzy o mechanizmie działania doboru naturalnego. W zadaniu 11.1. zdający powinien zauważyć, że choć w obu eksperymentach zaobserwowano dłuższe średnie czasy depolaryzacji i repolaryzacji w neuronach pozbawionych białka PrP, to tylko w wypadku repolaryzacji różnica była istotna statystycznie, tzn. gdyby powtórzono badanie na setkach tysięcy neuronów, to najprawdopodobniej także by zaobserwowano większą wartość średnią w próbie badawczej. W wypadku depolaryzacji różnica była nieistotna statystycznie – co oczywiście nie oznacza, że jej nie ma, a tylko tyle, że na podstawie małej próby nie można rozstrzygnąć, czy jest ona dodatnia, czy – ujemna. Zadanie 11.2. sprawdza wiedzę o ewolucji. Zdający powinien ocenić pierwsze zdanie jako fałszywe, ponieważ mutacje powstają samoistnie i losowo, a nie – pod wpływem nacisku selekcji. Drugie zdanie jest prawdziwym wyjaśnieniem obserwowanego zjawiska, a trzecie opisuje możliwe dalsze zmiany. To zadanie pokazuje znaczenie wiedzy o mechanizmach ewolucji dla wyjaśniania różnorodnych zjawisk biologicznych, w tym – z zakresu epidemiologii.

GENETYKA I EWOLUCJA

Zadanie 12. (0–2)

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstał poprawny opis zjawiska alternatywnego składania eksonów.

Po numerze zdania zapisz jedną odpowiedź spośród A–B, C–D, E–F oraz G–H.

1. W wyniku alternatywnego składania eksonów może powstać

A. tylko jeden rodzaj mRNA.

B. wiele rodzajów mRNA.

2. Dzięki temu w organizmach eukariotycznych obserwuje się znacznie

C. mniej

D. więcej

różnych białek w porównaniu z liczbą genów w genomie.

3. Ze względu na to, że ten proces nie zachodzi w organizmach prokariotycznych,

gdy planuje się otrzymanie eukariotycznego białka w komórkach bakterii, należy przeprowadzić odwrotną

E. transkrypcję mRNA,

F. translację mRNA,

która pozwala uzyskać gen pozbawiony

G. eksonów.

H. intronów.

Zasady oceniania

2 pkt – za cztery poprawne uzupełnienia.

1 pkt – za trzy poprawne uzupełnienia.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. B

2. D

3. EH

Zadanie 13. (0–4)

Umaszczenie świń rasy „duroc”jest warunkowane przez dwie pary alleli genów autosomalnych (B i borazD i d) dziedziczonych niezależnie i współdziałających ze sobą. U osobników tej rasy występują trzy rodzaje umaszczenia: ciemnorudy, piaskowy i biały.

Do wytworzenia barwnika ciemnorudego konieczny jest co najmniej jeden allel dominujący z każdej pary. Podwójne homozygoty recesywne są białe, natomiast umaszczenie piaskowe mają osobniki, w których genotypie występują dwa allele recesywne tylko jednego z genów warunkujących umaszczenie.

Zadanie 13.1. (0–1)

Zapisz, stosując podane oznaczenia alleli genów odpowiedzialnych za umaszczenie, genotypy pary świń rasy „duroc” – piaskowej samicy i piaskowego samca, których potomstwo zawsze będzie ciemnorude.

1. Genotyp samicy: …

2. Genotyp samca: …

Zasady oceniania

1 pkt – za poprawne zapisanie obu genotypów warunkujących umaszczenie piaskowe.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. Genotyp samicy: BBdd / ddBB

2. Genotyp samca: bbDD / DDbb

albo

1. Genotyp samicy: bbDD / DDbb

2. Genotyp samca: BBdd / ddBB

Zadanie 13.2. (0–3)

Określ prawdopodobieństwo, że kolejny potomek ciemnorudej samicy i białego samca, których potomstwo stanowią prosięta ciemnorude, piaskowe oraz białe, będzie miał umaszczenie piaskowe.

Odpowiedź uzasadnij, zapisując krzyżówkę genetyczną lub obliczenia z komentarzem przedstawiającym tok rozumowania.

Zasady oceniania

3 pkt – za poprawne określenie prawdopodobieństwa (50%) na podstawie obliczeń i poprawny komentarz przedstawiający tok rozumowania (czyli uwzględniający genotypy rodziców, prawdopodobieństwo powstania każdego układu alleli warunkującego umaszczenie piaskowe i sumę tych prawdopodobieństw)

lub

za poprawne określenie prawdopodobieństwa (50%) na podstawie zapisanych genotypów rodziców i poprawne zapisanie szachownicy Punnetta.

2 pkt – za poprawne określenie prawdopodobieństwa i niepełny komentarz, np. nieuwzględniający sposobu określenia prawdopodobieństwa powstania piaskowych prosiąt albo bez wykazania, że sumuje się prawdopodobieństwa powstania obu genotypów warunkujących umaszczenie piaskowe,

lub

za zapisanie szachownicy Punnetta, ale niewłaściwe określenie prawdopodobieństwa albo jego brak.

1 pkt – za poprawne zapisanie jedynie genotypów rodziców.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

Obliczenia z komentarzem

Samiec bbdd wytwarza wyłącznie gamety o genotypie bd, dlatego umaszczenie prosiąt zależy od genotypu gamet samicy BbDd. Genotyp piaskowy powstanie, gdy z plemnikiem połączą się gamety Bd lub bD – każda z nich powstaje z prawdopodobieństwem ¼, więc prawdopodobieństwo, że powstanie jeden lub drugi genotyp, wynosi ¼ + ¼ = ½.

Uwaga: Nie uznaje się odpowiedzi, w których z komentarza nie wynika, że prawdopodobieństwo 50% jest sumą zdarzeń, np. „Samiec jest podwójną homozygotą recesywną, więc o fenotypie decydują allele przekazane przez samicę, która musi przekazać tylko jeden allel dominujący z dwóch, które ma. Zatem prawdopodobieństwo wynosi 50%”.

Krzyżówka

Genotyp samicy: BbDd / DdBb

Genotyp samca: bbdd / ddbb

Gamety: żeńska BD, Bd, bD, bd x

męska bd

Pokolenie F1: BbDd, Bbdd, bbDd, bbdd

Prawdopodobieństwo: 50% / ½ / 0,5.

Zadanie 14. (0–8)

Współcześnie stosuje się dwie podstawowe metody wykrywania zakażeń HIV. Rutynowe badanie polega na wykrywaniu przeciwciał anty-HIV w surowicy pacjenta. W przypadku tej metody „czułość” badania, czyli prawdopodobieństwo otrzymania wyniku dodatniego u osoby chorej, tzn. wykrycia zakażenia, wynosi 100%, ale wynik dodatni otrzymuje się także dla 0,5% zdrowych osób – specyficzność wynosi 99,5%.

Dlatego postawienie diagnozy zakażenia HIV wymaga potwierdzenia dodatkowym badaniem za pomocą metody PCR, wykrywającym gen odwrotnej transkryptazy wbudowany w genom gospodarza. Ta metoda jest teoretycznie bezbłędna pod warunkiem utrzymywania wysokich standardów pracy laboratoryjnej. Odpowiednie próby kontrolne służą sprawdzeniu, czy:

– polimeraza DNA nie utraciła aktywności podczas przechowywania (kontrola pozytywna),

– wszystkie odczynniki są wolne od wirusowego materiału genetycznego (kontrola negatywna).

Dla trzech pacjentów uzyskano dodatni wynik testu na obecność przeciwciał anty-HIV. Z tego powodu lekarz zlecił dodatkowe badanie z wykorzystaniem metody PCR, którego wyniki podsumowano w poniższej tabeli.

Legenda

P1, P2, P3 – pacjent 1, pacjent 2, pacjent 3

Pb – próba badawcza

Pkp – próba kontrolna pozytywna

Pkn – próba kontrolna negatywna

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Pb | Pkp | Pkn |
| P1 | – | + | – |
| P2 | + | + | + |
| P3 | + | + | – |

Zadanie 14.1. (0–2)

Zaprojektuj doświadczenie PCR wykrywające DNA HIV wbudowane w genom gospodarza.

Dla każdej z prób – badawczej, kontrolnej pozytywnej i kontrolnej negatywnej – wybierz spośród wymienionych poniżej ( A–F) wszystkie właściwe składniki mieszaniny reakcyjnej.

Obok numeru każdej próby napisz oznaczenia literowe tych składników, które do próby należy dodać. Niektóre składniki można pominąć.

Składniki mieszaniny reakcyjnej

A. DNA genomowy wyizolowany od pacjenta

B. DNA genomowy wyizolowany z linii komórkowej zakażonej HIV

C. para specyficznych starterów

D. bufor zapewniający optymalne pH i stężenie jonów Mg2+

E. termostabilna polimeraza DNA

F. mieszanina deoksyrybonukleotydów

Próby

1. próba badawcza: …

2. próba kontrolna pozytywna: …

3. próba kontrolna negatywna: …

Zasady oceniania

2 pkt – za poprawny wybór składników we wszystkich trzech próbach.

1 pkt – za poprawny wybór składników wyłącznie w próbie badawczej.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. A, C, D, E, F

2. B, C, D, E, F

3. C, D, E, F

Zadanie 14.2. (0–1)

Wybierz spośród A–D i zaznacz prawidłowe sekwencje starterów polF1 i polR1, wykorzystywanych w teście diagnostycznym HIV, przyłączających się do zaznaczonych fragmentów poniższej sekwencji genu odwrotnej transkryptazy wirusa HIV, wbudowanej w genom gospodarza.

polF1

5′ TT CCC[…]GAA TC 3’

3’ AA GGG[…]CTT AG 5’

polR1

5’ TG CTC[…]ACA AG 3′

3’ AC GAG […]TGT TC 5’

[…] (pominięty fragment sekwencji)

1. polF1 5′ CCC[…]GAA 3′
2. polR1 5′ CTC[…]ACA 3′
3. polF1 5′ TTC[…]GGG 3′
4. polR1 5′ TGT[…]GAG 3′
5. polF1 5′ CCC[…]GAA 3′
6. polR1 5′ TGT[…]GAG 3′
7. polF1 5′ TTCT[…]GGG 3′
8. polR1 5′ CTCT[…]ACA 3′

Zasady oceniania

1 pkt – za zaznaczenie właściwej pary sekwencji.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

C

Zadanie 14.3. (0–2)

Przed zabiegiem chirurgicznym pacjentowi wykonano testy na nosicielstwo wirusa HIV wykrywające przeciwciała anty-HIV. Wynik wyszedł dodatni. Pacjent nie znajduje się w żadnej z grup ryzyka zakażenia HIV. Według oficjalnych danych częstość występowania zakażenia HIV w Polsce wynosi ok. 40 osób na 100 tys.

Oblicz prawdopodobieństwo, że pacjent jest zakażony HIV, z uwzględnieniem czułości i specyficzności testu na przeciwciała anty-HIV.

Napisz obliczenia obok numeru każdej z opisanych poniżej sytuacji 1.–3.

1. Oczekiwana liczba osób zakażonych HIV, u których wynik testu na przeciwciała anty-HIV będzie dodatni, wśród 100 tys. losowo przebadanych osób: …

2. Oczekiwana liczba osób zdrowych (niezakażonych), u których wynik testu na przeciwciała anty-HIV będzie dodatni, wśród 100 tys. losowo przebadanych osób: …

3. Prawdopodobieństwo, że pacjent z dodatnim wynikiem testu na przeciwciała anty-HIV jest zakażony HIV: …

Zasady oceniania

2 pkt – za poprawne obliczenie obu wartości oczekiwanych (1. i 2.) oraz (przybliżonego) prawdopodobieństwa (3.).

1 pkt – za poprawne obliczenie jedynie obu wartości oczekiwanych (1. i 2.) lub poprawne obliczenie samego prawdopodobieństwa (3.). w inny sposób niż sugerowany w poleceniu przy źle obliczonych wartościach oczekiwanych.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

1. Oczekiwana liczba osób zakażonych HIV, u których wynik testu na przeciwciała anty-HIV

będzie dodatni wśród 100 tys. losowo przebadanych osób: 40 × 100% = 40.

2. Oczekiwana liczba osób zdrowych (niezakażonych), u których wynik testu na przeciwciała

anty-HIV będzie dodatni, wśród 100 tys. losowo przebadanych osób: (100 000 – 40) × 0,5%

≈ 500.

3. Prawdopodobieństwo, że pacjent z dodatnim wynikiem testu na przeciwciała anty-HIV jest

zakażony HIV: 40 / (40 + 500) ≈ 0,074 ≈ 7%.

Zadanie 14.4. (0–1)

Oceń, czy poniższe interpretacje przedstawionych wyników badań trojga pacjentów są prawidłowe. Po każdym numerze zapisz T (tak), jeśli interpretacja jest prawidłowa,

albo N (nie) – jeśli jest nieprawidłowa.

1. U pacjenta 1. wynik testu na przeciwciała anty-HIV był fałszywie dodatni, o czym świadczy wykluczenie zakażenia na podstawie wyników PCR.

2. Wyniki testu PCR dla pacjenta 2. są niewiarygodne ze względu na dodatni wynik w próbie kontrolnej negatywnej – należy powtórzyć badanie.

3. Dodatkowe badanie techniką PCR potwierdziło podejrzenie, że pacjent 3. jest zakażony HIV.

Zasady oceniania

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. T, 2. T, 3. T.

Zadanie 14.5. (0–1)

Wyjaśnij, dlaczego testy wykrywające przeciwciała anty-HIV nie nadają się do diagnostyki zakażeń HIV u noworodków i niemowląt urodzonych przez matki zakażone HIV. W odpowiedzi uwzględnij spodziewany wynik testu oraz funkcjonowanie układu odpornościowego matki.

Zasady oceniania

1 pkt – za poprawne wyjaśnienie, uwzględniające przechodzenie przez barierę łożyskową przeciwciał anty-HIV matki i w związku z tym pozytywny wynik testu niezależnie od stanu zdrowia dziecka.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

– Zakażona matka wytwarza przeciwciała anty-HIV, które przechodzą z jej surowicy przez łożysko do krwi płodu. Z tego powodu, niezależnie od tego, czy dziecko jest zakażone,

czy – nie, spodziewany jest dodatni wynik testu.

– W przeciwieństwie do podstawowego testu technika PCR wykrywa kwas nukleinowy wirusa wbudowany w genom gospodarza a nie – przeciwciała anty-HIV, które matka przekazuje przez łożysko dziecku. Zatem spodziewamy się wykryć te przeciwciała zarówno u zdrowego, jak i u zakażonego dziecka, a kwas nukleinowy wirusa – wyłącznie u zakażonego.

Zadanie 14.6. (0–1)

Oceń, czy poniższe osoby znajdują się w grupie zwiększonego ryzyka zakażenia HIV. Po każdym numerze zapisz T (tak), jeśli się w niej znajdują, albo N (nie) – jeśli w niej się nie znajdują.

1. Osoby przebywające w jednym pomieszczeniu z osobami zakażonymi HIV, np. w pracy lub szkole.

2. Osoby narażone na częste ukąszenia komarów i innych owadów odżywiających się krwią.

3. Sąsiedzi osób zakażonych HIV, mieszkający w tym samym domu wielorodzinnym.

Zasady oceniania

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. N, 2. N, 3. N.

Komentarz

Jest to obszerna wiązka zadań, sprawdzająca – w kontekście zakażenia HIV – umiejętności z zakresu szeroko pojętego rozumowania naukowego, w tym planowania eksperymentu i wnioskowania na podstawie jego wyników. Odwołuje się też do różnorodnej wiedzy szczegółowej, w tym z zakresu biotechnologii, biochemii, fizjologii człowieka i profilaktyki zakażeń wirusowych. Na szczególną uwagę zasługują dwa zadania – 14.1. i 14.3. Pierwsze sprawdza umiejętność zaplanowania eksperymentu, w tym dwóch prób kontrolnych – negatywnej i pozytywnej. Kolejne natomiast dotyczy prostych obliczeń statystycznych, ale ich wynik nie jest intuicyjny. Może być zaskoczeniem, że prawdopodobieństwo nosicielstwa HIV w wypadku dodatniego wyniku testu w przesiewowym badaniu immunoenzymatycznym wynosi zaledwie 7%. Świadomość względnie niskiej wartości prawdopodobieństwa zakażenia pod warunkiem pozytywnego wyniku testu przesiewowego pozwala zminimalizować stres pacjenta oczekującego na wyniki dodatkowych badań. Zadanie ułatwiono: wskazano wielkości, które należy otrzymać na pierwszym etapie obliczeń. Za każde z tych dwóch zadań zdający może uzyskać do dwóch punktów – zależnie od progu trudności, który udało mu się pokonać.

Zadanie 15. (0–1)

Indukowane pluripotencjalne komórki macierzyste (komórki iPS) są pozyskiwane z komórek somatycznych, takich jak fibroblasty. W 2014 r. po raz pierwszy wszczepiono warstwę barwnikową siatkówki przygotowaną z komórek iPS w ramach leczenia zwyrodnienia plamki żółtej. Wcześniej nie stosowano przeszczepu siatkówki w leczeniu tego schorzenia.

Uzasadnij, że wszczepienie warstwy barwnikowej siatkówki otrzymanej z komórek iPS pacjenta, a nie – innego dawcy, jest korzystne dla tego pacjenta.

Zasady oceniania

1 pkt – za poprawne uzasadnienie korzyści odnoszące się do minimalnego ryzyka odrzucenia przeszczepu lub zakażenia spowodowanego pobraniem tkanki od dawcy.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

– Ze względu na to, że komórki iPS są tworzone z komórek pacjenta, nie dojdzie do odrzucenia wszczepionej warstwy barwnikowej siatkówki.

– Pobranie wszczepianej tkanki od dawcy może nieść ryzyko przeniesienia choroby zakaźnej. Wykorzystanie komórek iPS i utworzenie z nich wszczepianej tkanki oznacza eliminację ryzyka wywołania choroby zakaźnej.

Zadanie 16. (0–2)

Przez długi czas uważano, że walenie (Cetacea) – wodne ssaki, do których zaliczamy

m.in. delfina butlonosego i płetwala błękitnego – są spokrewnione z lądowymi ssakami drapieżnymi. Jednak już w latach 70. ubiegłego wieku odkryto skamieniałość wymarłego ssaka „Indohyus indirae”, którego czaszka zawierała struktury występujące współcześnie jedynie u waleni, natomiast szkielet pozaczaszkowy wskazywał na pokrewieństwo z parzystokopytnymi. Ten ssak prawdopodobnie prowadził wodno-lądowy tryb życia.

Badania molekularne potwierdziły, że walenie wywodzą się spośród parzystokopytnych,

a ich najbliższymi żyjącymi krewnymi są przedstawiciele monofiletycznej rodziny hipopotamowatych – hipopotamy nilowy i karłowaty. Dalszymi krewnymi są inne parzystokopytne, np. kozica, a jeszcze dalszymi – ssaki nieparzystokopytne, np. koń Przewalskiego.

Zadanie 16.1. (0–1)

Na podstawie tekstu oceń, czy poniższe informacje dotyczące przedstawionego poniżej drzewa filogenetycznego są prawdziwe. Po każdym numerze zapisz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo literę F – jeśli jest fałszywa.

Na drzewie filogenetycznym następujących gatunków: delfin butlonosy, płetwal błękitny, Indohyus indirae, hipopotam nilowy, hipopotam karłowaty, kozica, koń Przewalskiego:

1. Indohyus indiraejest gatunkiem siostrzanym w stosunku do kladu składającego się z delfina butlonosego i płetwala błękitnego.

2. hipopotam nilowy jest gatunkiem siostrzanym wobec hipopotama karłowatego.

3. hipopotamy, Indohyus indirae oraz walenie stanowią grupę monofiletyczną.

Zasady oceniania

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. P, 2. P, 3. P.

Zadanie 16.2. (0–1)

Spośród wymienionych cech A–D wybierz i napisz w odpowiedzi oznaczenie literowe tej cechy, która występuje u wszystkich ssaków i wyłącznie u nich.

A. Włosy obecne przynajmniej w trakcie życia płodowego.

B. Gruczoły wydzielnicze w skórze właściwej.

C. Błony płodowe.

D. Łożysko.

Zasady oceniania

1 pkt – za wybór prawidłowej cechy.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

A

Komentarz

Wiązka sprawdza umiejętność interpretowania kladogramów i wnioskowania o pokrewieństwie organizmów. W zadaniu 16.1. zdający ma za zadanie określić pokrewieństwo ewolucyjne obu hipopotamów oraz kopalnego gatunku Indohyus indirae. Powinien zauważyć, że rodzina hipopotamowatych jest monofiletyczna. Wątpliwości może budzić Indohyus indirae, ponieważ ma on cechy zarówno parzystokopytnych, jak i waleni. Zdający powinien jednak zauważyć, że walenie wywodzą się z parzystokopytnych, a zatem kopalni przedstawiciele waleni mogą mieć cechy parzystokopytnych, a o ich bliskim pokrewieństwie ze współczesnymi waleniami świadczy obecność cech unikatowych dla tej grupy – w tym wypadku są to cechy czaszki. Podobnie w zadaniu 16.2. zdający powinien zauważyć, że choć wszystkie cechy A–D występują u współczesnych ssaków, to jedynie obecność włosów jest dla nich charakterystyczna – występuje u wszystkich ssaków i wyłącznie u nich.

Zadanie 17. (0–2)

Badania genomów współczesnego człowieka rozumnego oraz kopalnego neandertalczyka pokazały, że w populacjach ludzkich występujących poza Afryką jest obecna domieszka DNA neandertalczyka w ilości 3,4–7,3%.

W tych populacjach taka domieszka występuje jedynie w DNA jądrowym, natomiast u współcześnie żyjących ludzi nie znaleziono mitochondrialnego DNA pochodzenia neandertalskiego. Może to świadczyć o niepłodności dzieci powstałych ze związku kobiety neandertalki oraz mężczyzny człowieka rozumnego.

Badania pokazały, że genomy człowieka rozumnego oraz neandertalczyka różnią się rearanżacjami (zmianami strukturalnymi) w obrębie niektórych chromosomów, co może zaburzać powstawanie biwalentów, a tym samym – formowanie gamet.

Zadanie 17.1. (0–1)

Określ, czy człowieka rozumnego oraz neandertalczyka należy uznać za dwa odrębne gatunki biologiczne czy raczej za dwa podgatunki jednego gatunku.

Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do opisanych zmian genomowych.

Zasady oceniania

1 pkt – za odpowiedź z właściwym uzasadnieniem: dla jednego gatunku odwołującym się do zaistniałego przepływu genów, a dla dwóch gatunków – do stwierdzonej (częściowej) bariery reprodukcyjnej.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

– Są to dwa gatunki, ponieważ z uwagi na rearanżacje chromosomowe ich mieszańce miały obniżoną płodność (a zatem istniała bariera reprodukcyjna).

– To były podgatunki jednego gatunku, ponieważ nastąpił przepływ genów od neandertalczyka do człowieka rozumnego.

– Trudno to jednoznacznie rozstrzygnąć, ponieważ z uwagi na mutacje chromosomowe bariera genetyczna między nimi już częściowo powstała, ale nie zapobiegła przepływowi genów.

Zadanie 17.2. (0–1)

Na podstawie tekstu i własnej wiedzy oceń, czy poniższe informacje są prawdziwe. Po każdym numerze zapisz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo literę F – jeśli jest fałszywa.

1. W populacjach współczesnego człowieka poza Afryką stwierdzono występowanie mitochondriów pochodzenia neandertalskiego.

2. Kobieta neandertalka nie mogła mieć dzieci z mężczyzną „Homo sapiens” z uwagi na

zaburzenie formowania się gamet.

3. Do rodzaju „Homo” zaliczamy tylko jeden współcześnie żyjący gatunek (Homo sapiens)

oraz kilka gatunków wymarłych.

Zasady oceniania

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. F, 2. F, 3. P.

Zadanie 18. (0–5)

Gupiki to niewielkie ryby, które w naturze żyją m.in. na Trynidadzie, w małych zbiornikach wodnych położonych wzdłuż górskich strumieni. Wodospady tworzone przez strumienie pokonujące progi skalne stanowią jednostronną barierę – ryby żyjące w zbiorniku poniżej wodospadu nie mogą przepłynąć w górę potoku, ale ryby ze zbiornika ponad wodospadem niekiedy dostają się ze spadającą wodą do dolnego zbiornika. Samce gupików są mniejsze od samic, ale znacznie bardziej kolorowe. Samica częściej wybiera barwniejszego samca jako partnera do rozmnażania.

Badacze porównywali ubarwienie samców gupików bytujących w dwóch zbiornikach strumienia 1. – w zbiorniku poniżej wodospadu, w którym występowały drapieżniki, oraz w zbiorniku powyżej wodospadu, w którym drapieżników nie było.

Zauważyli, że samce gupików ze zbiornika powyżej wodospadu są intensywniej ubarwione od żyjących w zbiorniku poniżej wodospadu. Wyniki obserwacji przedstawiono poniżej.

Strumień 1.

zbiornik powyżej wodospadu (górny zbiornik):

– intensywnie ubarwione samce gupików

– mało barwne samice gupików

zbiornik poniżej wodospadu (dolny zbiornik):

– mało intensywnie ubarwione samce gupików

– mało barwne samice gupików

– ryby drapieżne

Badacze wysunęli dwie hipotezy wyjaśniające te różnice.

Hipoteza I: W sytuacji nieobecności drapieżników wyższe dostosowanie mają intensywniej ubarwione samce (ponieważ są częściej wybierane przez samice).

Hipoteza II: W razie presji drapieżników wyższe dostosowanie mają samce mniej widoczne,

o mniej intensywnym ubarwieniu (ponieważ są rzadziej zjadane).

Aby sprawdzić te hipotezy, badacze przenosili gupiki i drapieżne ryby ze zbiorników strumienia 1. do odpowiednich zbiorników bezrybnego strumienia 2., a następnie obserwowali zmiany częstości fenotypów samców przez kilkadziesiąt pokoleń.

Wyniki potwierdziły obie hipotezy. Badacze wykazali, że w naturze intensywność ubarwienia samców jest ewolucyjnym kompromisem między przeciwstawnymi kierunkami doboru.

Zadanie18.1. (0–3)

1. Przedstaw plan opisanego eksperymentu, który będzie ilustrował sposób przenoszenia gupików i drapieżnych ryb ze zbiorników strumienia 1. do odpowiednich zbiorników bezrybnego strumienia 2.

Napisz T (tak) obok właściwych odpowiedzi.

1.1. Do „górnego” zbiornika w strumieniu 2. były przenoszone:

A. gupiki z górnego zbiornika w strumieniu 1. (bez drapieżnych ryb) …

B. gupiki z dolnego zbiornika w strumieniu 1. (z drapieżnymi rybami) …

C. drapieżne ryby z dolnego zbiornika w strumieniu 1. …

1.2. Do „dolnego” zbiornika w strumieniu 2. były przenoszone:

A. gupiki z górnego zbiornika w strumieniu 1. (bez drapieżnych ryb) …

B. gupiki z dolnego zbiornika w strumieniu 1. (z drapieżnymi rybami) …

C. drapieżne ryby z dolnego zbiornika w strumieniu 1. …

2. Podaj populacje gupików (numer strumienia i położenie zbiornika), które porównywano

w celu zweryfikowania obu hipotez (hipotezy I i hipotezy II). Określ spodziewane wyniki,

odnosząc się do zmiany fenotypów samców.

2.1. Populacje gupików porównywane w celu sprawdzenia hipotezy I: …

Wynik potwierdzający hipotezę I: …

2.2. Populacje gupików porównywane w celu sprawdzenia hipotezy II: …

Wynik potwierdzający hipotezę II: …

Zasady oceniania

3 pkt – za poprawne przedstawienie planu eksperymentu oraz poprawne wskazanie

porównywanych populacji i określenie spodziewanych wyników dla obu hipotez.

2 pkt – za poprawne przedstawienie planu eksperymentu oraz poprawne wskazanie porównywanych populacji i określenie spodziewanego wyniku dla jednej hipotezy.

1 pkt – za poprawne uzupełnienie jedynie tabeli.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. Plan eksperymentu

1.1. zbiornik górny w strumieniu 2.: B

1.2. zbiornik dolny w strumieniu 2.: A, C

Hipoteza I:

2.1. Populacje gupików porównywane w celu sprawdzenia hipotezy I: gupiki z górnego zbiornika strumienia 2. oraz dolnego zbiornika strumienia 1.

Wynik potwierdzający hipotezę I: samce gupików z górnego zbiornika strumienia 2. będą barwniejsze od samców gupików z dolnego zbiornika strumienia nr 1.

Hipoteza II:

2.2. Populacje gupików porównywane w celu sprawdzenia hipotezy II: gupiki z dolnego zbiornika strumienia 2. oraz górnego zbiornika strumienia 1.

Wynik potwierdzający hipotezę II*:* samce gupików z dolnego zbiornika strumienia 2. będą mniej barwne od samców gupików z górnego zbiornika strumienia 1.

Zadanie 18.2. (0–1)

Określ, czy w opisanym eksperymencie działa dobór naturalny czy dobór sztuczny. Odpowiedź uzasadnij.

Zasady oceniania

1 pkt – za określenie, że w opisanym eksperymencie działa dobór naturalny, i za uzasadnienie odnoszące się do doboru naturalnego – wskazanie działania doboru płciowego lub selekcji przez drapieżnika (a nie – przez człowieka).

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

– Jest to dobór naturalny, ponieważ selekcję samców przeprowadzają samice lub drapieżniki.

– Naturalny, bo działa tu dobór płciowy lub presja drapieżnika, a nie – człowiek.

– Naturalny, bo ryby same dobierają się w pary.

Zadanie 18.3. (0–1)

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby powstał poprawny opis warunków przeprowadzenia opisanego eksperymentu.

Po numerze zdania zapisz jedną odpowiedź spośród A–B oraz C–D i E–F.

1. W celu poprawnego przeprowadzenia opisanego eksperymentu należy przenieść z jednego zbiornika do drugiego

A. liczną grupę gupików.

B. jedną ich parę.

2. To przy zbyt

C. niskiej

D. wysokiej

liczebności grupy założycielskiej nowej populacji nasila się

E. dryf genetyczny,

F. dobór naturalny,

który mógłby zniekształcić wynik doświadczenia.

Zasady oceniania

1 pkt – za trzy poprawne uzupełnienia

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

ACE

Komentarz

Zadaniem zdającego jest analiza eksperymentu ewolucyjnego, jaki rzeczywiście został przeprowadzony przez badaczy na Trynidadzie. W zadaniu 18.1. zdający ma odtworzyć układ eksperymentalny, w którym testowane są dwie, niesprzeczne ze sobą hipotezy ewolucyjne – co jest nowością, ponieważ zwykle uczniowie w szkole mają do czynienia z eksperymentem sprawdzającym tylko jedną hipotezę badawczą. Ułatwieniem jest konstrukcja zadania – część poleceń ma charakter zamknięty. Zadania 18.2. i 18.3. sprawdzają rozumienie badanego procesu – doboru naturalnego.

BIOLOGIA ŚRODOWISKA

Zadanie 19. (0–2)

Polska znajduje się w strefie, gdzie panuje klimat umiarkowany przejściowy ciepły. Im bardziej na północ od Polski, tym warunki do życia zarówno roślin, jak i zwierząt są coraz trudniejsze. Klimat nabiera cech kontynentalnych, a okres wegetacyjny ulega skróceniu. Gdy przesuwamy się dalej na północ, napotykamy strefę okołobiegunową, gdzie mogą przetrwać tylko organizmy najbardziej odporne na skrajne warunki środowiska. Rośliny tej strefy, podobnie jak rośliny wysokogórskie, muszą mieć szereg przystosowań do trudnych warunków środowiskowych.

Przykładem rośliny wysokogórskiej jest goryczka krótkołodygowa (Gentiana clusii). Ma ona zimozielone, skórzaste, lancetowate i zaostrzone liście, zebrane w rozetę przy samej ziemi. Jej kwiaty wyrastają pojedynczo na szczycie krótkiej łodygi, są intensywnie niebieskie, dzwonkowate i bardzo duże w stosunku do niewielkiego rozmiaru rośliny. Goryczka krótkołodygowa występuje na zboczach skalnych, przeważnie powyżej 1000 m n.p.m.; w Polsce rośnie wyłącznie w Tatrach.

Zadanie 19.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Zapisz odpowiedź spośród A–B oraz odpowiedź 1., 2., 3. albo 4.

Polska znajduje się w obszarze biomu

A. lasów liściastych klimatu umiarkowanego,

B. północnych lasów szpilkowych,

a na północ od tego biomu występują kolejno:

1. tundra, tajga.

2. tajga, step.

3. step, tajga.

4. tajga, tundra.

Zasady oceniania

1 pkt – za poprawne dokończenie zdania, czyli właściwy wybór nazwy biomu typowego dla obszaru Polski oraz wybór nazw dwóch biomów (w poprawnej kolejności ich występowania) na północ od biomu typowego dla obszaru Polski.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

A4

Zadanie 19.2. (0–1)

Wykaż związek budowy zewnętrznej goryczki krótkołodygowej z warunkami jej bytowania. W odpowiedzi uwzględnij jedną z cech budowy tej rośliny, które wymieniono w tekście.

Zasady oceniania

1 pkt – za poprawne wykazanie związku odpowiedniej cechy budowy zewnętrznej goryczki krótkołodygowej z warunkami jej bytowania.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

– Ta goryczka ma niewielką wysokość, ponieważ ułatwia to jej przetrwanie pod warstwami śniegu i chroni ją przed przemarzaniem.

– Goryczkę krótkołodygową cechuje duże skupienie pędów zabezpieczające roślinę przed szkodliwymi wpływami wiatru czy zimna.

– Goryczka ma duże kwiaty w stosunku do wielkości rośliny, co ułatwia jej przywabianie zapylających ją owadów (nielicznych wysoko w górach).

– Ta roślina cechuje się skórzastymi rozmieszczonymi rozetkowato liśćmi, co zabezpiecza ją przed przemarzaniem.

Zadanie 20. (0–2)

Różnorodność biologiczna nie jest jednakowa we wszystkich miejscach na Ziemi. Miejsca wyróżniające się szczególnie dużym bogactwem gatunkowym często nazywane są ogniskami różnorodności biologicznej (z ang. biodiversity hotspots). W poniższej tabeli świata przedstawiono siedem ponumerowanych (1–7) obszarów geograficznych.

Legenda

r. P. – rozciągłość południkowa: N – północ, S – południe

r. R. – rozciągłość równoleżnikowa: E – wschód, W – zachód

Obszary geograficzne.

1. Grenlandia r.P. 60N–80N, r.R. 60W–20W

2. Kamczatka r.P. 50N–60N, r.R. 150E–170E

3. Basen Morza Śródziemnego r.P. 30N–50N, r.R. 10W–40E

4. Ameryka Środkowa r.P. 0N–30N, r.R. 120W–80W

5. Półwysep Indochiński i archipelag Malajski r.P. 10S-30N, r.R. 90E–140E

6. Madagaskar r.P. 30S–10S, r.R. 40E–50E

7. Półwysep Antarktyczny r.P. 80S–60S, r.R. 80W–60W

Spośród obszarów oznaczonych w tabeli numerami 1.–7. wypisz numery czterech obszarów, które należą do tzw. ognisk różnorodności biologicznej. Odpowiedź uzasadnij.

Numery obszarów należących do tzw. ognisk różnorodności biologicznej: …

Uzasadnienie: …

Zasady oceniania

2 pkt – za podanie właściwych numerów obszarów stanowiących tzw. ogniska różnorodności biologicznej, wraz z uzasadnieniem.

1 pkt – za prawidłowe podanie tylko numerów obszarów stanowiących tzw. ogniska różnorodności biologicznej.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

Numery obszarów należących do tzw. ognisk różnorodności biologicznej: 3, 4, 5, 6.

Uzasadnienie:

– Poziom różnorodności gatunkowej wzrasta wraz ze zbliżaniem się do równika.

– Poziom różnorodności biologicznej jest większy na obszarach ciepłych niż na obszarach chłodnych.

– Najwięcej gatunków żyje na obszarach, gdzie jest wilgotno i ciepło, a najmniej –w środowiskach bardzo suchych i chłodnych.

Zadanie 21. (0–4)

Wyspa Świętej Heleny jest położona na Atlantyku ok. 2 tys. km od wybrzeży Afryki i 4 tys. km od Ameryki Południowej. Jej powierzchnia wynosi zaledwie 122 km2, a zatem jest ona mniej więcej wielkości Torunia. Odkryta została w 1502 r. przez Portugalczyków, którzy sprowadzili na nią kozy i trzodę chlewną.

Współcześnie występuje tu ok. 420 gatunków roślin, z których 85% jest obcego pochodzenia. Wśród roślin rodzimych 45 gatunków to endemity. Zagrażają im konkurujące z nimi gatunki obcego pochodzenia, zjadają je także wprowadzone na wyspę zwierzęta roślinożerne, których wcześniej tam nie było.

Kiedyś wyspę pokrywały lasy, w których dominowały endemiczne drzewa: „Commidendrum robustum”, „C. rotundifolium” i „Trochetiopsis ebenus”. Obecnie w naturze zachowały się nieliczne okazy „C. robustum” oraz jeden okaz „C. rotundifolium”.

Problemem w ratowaniu „C. rotundifolium”jest jego samopłonność – zaledwie ok. 0,2% zalążków powstałych wskutek samozapylenia jest zdolnych do rozwoju w nasiona zdolne

do kiełkowania. Ten gatunek można jednak rozmnażać wegetatywnie. W 1980 roku odkryto pięć drzew „T. ebenus” – gatunku, który uprzednio uważano za wymarły. Tereny, na których dawniej rosły te endemity, są obecnie pokryte zaroślami składającymi się z gatunków obcych, jak zdziczałe drzewa mangowe i oliwki.

Zadanie 21.1. (0–2)

Zaplanuj działania, które należy podjąć w celu restytucji „Commidendrum rotundifolium”

na Wyspie Świętej Heleny. W odpowiedzi uwzględnij przyczyny wymierania oraz biologię tego gatunku.

Zasady oceniania

2 pkt – za poprawne zaplanowanie działań uwzględniające (1) samopłonność i związaną

z tym konieczność rozmnażania wegetatywnego albo przełamanie mechanizmu samopłonności, (2) eliminację konkurentów i roślinożerców, (3) reintrodukcję.

1 pkt – za niepełną odpowiedź, uwzględniającą (1) tylko eliminację konkurentów i roślinożerców albo tylko samopłonność, (2) reintrodukcję.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe pełne rozwiązania (2 pkt)

– Aby ochronić „Commidendrum rotundifolium”, należy rozmnażać go zarówno wegetatywnie z uwagi na samopłonność, jak i generatywnie, a następnie sadzić na przygotowanych stanowiskach, po usunięciu konkurentów i roślinożerców.

– Trzeba w toku hodowli przełamać mechanizm samopłonności, aby „C. rotundifolium” mógł się rozmnażać w naturze, a po reintrodukcji chronić rośliny na miejscu: eliminować

zagrażające im gatunki.

Przykładowe niepełne rozwiązania (1 pkt)

– Ponieważ kwiaty tego gatunku bardzo rzadko wytwarzają żywotne nasiona po samozapyleniu, należy drogą hodowli i selekcji zlikwidować to ograniczenie, aby po reintrodukcji mógł on samoistnie odnawiać się w naturze.

– Aby uratować „Commidendrum rotundifolium”, należy po posadzeniu wyhodowanych uprzednio siewek na naturalnym stanowisku usuwać konkurujące z nimi rośliny oraz chronić ten gatunek przed zjadającymi go zwierzętami.

Uwaga: Nie uznaje się odpowiedzi zbyt ogólnych, np. „Należy go rozmnażać drogą hodowli w ogrodach botanicznych, a następnie reintrodukować na odpowiednio przygotowane stanowiska”, ponieważ nie odnoszą się do przyczyn wymierania i biologii „C. rotundifolium”.

Nie uznaje się odpowiedzi pomijających hodowlę i reintrodukcję – ponieważ w naturze pozostał tylko jeden okaz tego gatunku, który jest samopłonny.

Zadanie 21.2. (0–1)

Na podstawie tekstu i własnej wiedzy oceń, czy poniższe stwierdzenia są prawdziwe. Po każdym numerze zapisz P, jeśli stwierdzenie jest prawdziwe, albo literę F – jeśli jest fałszywe.

1. Dużym zagrożeniem dla endemitów Wyspy Świętej Heleny są konkurujące z nimi rośliny obcego pochodzenia.”

2. Populacje „Commidendrum rotundifolium”, „C. robustum” i „Trochetiopsis ebenus” charakteryzują się bardzo niską różnorodnością genetyczną.

3. Endemity Wyspy Świętej Heleny powstały drogą ewolucji dzięki izolacji geograficznej tej wyspy od kontynentu afrykańskiego.

Zasady oceniania

1 pkt – za trzy poprawne odpowiedzi.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

1. P, 2. P, 3. P.

Zadanie 21.3. (0–1)

Ratowanie ginących endemicznych gatunków jest często kosztowne, a niekiedy – także mało skuteczne, jeśli ich pierwotne siedliska, zajmujące niewielki obszar, zostały silnie przekształcone przez człowieka, np. zajęte pod uprawy.

Oceń, czy warto ponosić koszty ochrony gatunków, których naturalne środowisko zostało już zniszczone nieodwracalnie. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do skuteczności

lub potrzeby ich ochrony.

Zasady oceniania

1 pkt – za odpowiedź twierdzącą, przeczącą lub pokazującą niemożność udzielenia jednoznacznej odpowiedzi wraz z poprawnym uzasadnieniem.

0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych wymagań albo za brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązania

– Tak, ponieważ mimo niemożności ich zachowania w miejscu pochodzenia można je wciąż utrzymać w hodowli albo wprowadzić na siedliska zastępcze.

– Tak, ponieważ każdy gatunek żyjący na Ziemi jest wartością i powinniśmy go chronić, a poza tym może on okazać się cennym źródłem surowców, np. leków.

– Nie, ponieważ koszty jego ochrony są zbyt wysokie w stosunku do efektu, a środki na to przeznaczone można wykorzystać efektywniej – na ochronę gatunków, które mają szansę

na przeżycie w naturze.

– Trudno jednoznacznie odpowiedzieć na to pytanie, ponieważ z jednej strony taki gatunek można wciąż utrzymać w hodowli, dzięki czemu przedłuży się jego istnienie, ale z drugiej strony – zamiast go w ten sposób ratować – można zaoszczędzone pieniądze wykorzystać w celu ratowania innych ginących gatunków.

Komentarz

Rozwiązanie tej wiązki zadań wymaga starannej analizy przedstawionego tekstu. Wykonując polecenie 21.1., zdający powinien odnieść się do przyczyn wymierania i do biologii wskazanego gatunku, a zatem do zagrożenia przez gatunki obcego pochodzenia oraz do obcopylności, utrudniającej naturalne odnowienie się jego populacji. Udzielenie ogólnej odpowiedzi odnoszącej się do ochrony, hodowli i reintrodukcji jest niewystarczające. Warto zwrócić uwagę na zadanie 21.3.: ważna jest nie tyle sama odpowiedź, która może być twierdząca lub przecząca, ale spójne z nią uzasadnienie: sprawdza ono umiejętność formułowania własnej opinii. Tematyka zadania 21.3. jest kontrowersyjna, gdyż dotyczy wyboru strategii ochrony zagrożonych gatunków i jej uzasadniania. Choć pożądaną postawą jest postrzeganie przyrody i wszystkich jej elementów jako wartości samej w sobie, a tym samym – zasługującej na ochronę w całej rozciągłości, to jednak trudno uciec od argumentów ekonomicznych i nie można ignorować rzeczywistości. Spadek różnorodności biologicznej zachodzi w tak dużym tempie, że przy ograniczonych środkach finansowych nie będziemy mogli uratować wszystkich gatunków przed wyginięciem. Musimy zatem dokonywać trudnych wyborów. Temu np. służy określanie tzw. gorących miejsc różnorodności biologicznej (ang. biodiversity hotspots) – są to obszary o szczególnie wysokiej różnorodności, a jednocześnie niezwykle zagrożone utratą siedlisk. Na ich ochronie powinniśmy się zatem skupić. Sami badacze spierają się o to, jaka strategia ochrony ginących gatunków jest najskuteczniejsza. Dlatego też nie można udzielić na postawione pytanie jedynej poprawnej odpowiedzi, a nawet trzeba dopuścić rozwiązania, z którymi możemy się osobiście nie zgadzać – pod warunkiem jednak, że uznają one ochronę przyrody jako wartość, a argumentacja jest poprawna i spójna.

RYSUNKI

Zadanie 2.

Legenda

– pożywka standardowa równa 1.

– pożywka o wysokiej zawartości tłuszczów nasyconych

Mi – kwas mirystynowy

Pa – kwas palmitynowy

Ol – kwas oleinowy

St – kwas stearynowy

Cy – kwas cytrynowy

M – mocznik

Pi – kwas pirogronowy

Mo – kwas moczowy

Ml – kwas mlekowy

Wykres A.

3

2

1

0 Ol Pa Mi St

Wykres B.

20

4

3

1

0 Cy M Pi Mo Ml

Zadanie 10.

Legenda

– mioglobina

– hemoglobina

0 20 40 60 80 100 120 140

100  
  
 80

60

40

20

Zadanie 11.

Wykres 1.

30

20

10

PrP+/+

PrP-/-

Wykres 2.

40

30

20

PrP+/+

PrP-/-